Ex Libris No. 4,259

SIR WILLIAM CROOKES, D.Sc., F.R.S..

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY
WOODS HOLE
LIBRARY
MASS.

Revue générale

des Sciences

pures et appliquées

TOME QUINZIÈME

Revue générale

des Sciences

pures et appliquées

PARAISSANT LE 15 ET LE 30 DE CHAQUE MOIS

DIRECTEUR : **Louis OLIVIER**, DOCTEUR ÈS SCIENCES

TOME QUINZIÈME

1904

AVEC NOMBREUSES FIGURES ORIGINALES DANS LE TEXTE

Librairie Armand Colin

5, rue de Mézières, Paris

15e ANNÉE N° 1 15 JANVIER 1904

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Mathématiques

Les problèmes aux limites relatifs aux équations aux dérivées partielles et aux équations différentielles du second ordre. — En 1900, M. Fredholm faisait connaître une méthode toute nouvelle pour la résolution du problème de Dirichlet. Ce problème était regardé comme un problème fonctionnel (la fonction inconnue figurant dans une certaine intégrale définie) et résolu par un procédé très général, applicable à toute sorte de problèmes fonctionnels linéaires de même nature.

Pendant que M. Fredholm continuait ses recherches (voir, par exemple, un Mémoire publié dans les *Acta Mathematica*, à l'occasion du centenaire d'Abel), plusieurs géomètres, à l'exemple de M. Hilbert, les ont appliquées à une série de problèmes classiques de la Physique mathématique et de problèmes analogues. C'est ainsi que, dans une thèse récente de l'Université de Göttingue, M. Mason a étudié par cette voie les équations différentielles linéaires *ordinaires* du second ordre. La méthode de M. Fredholm a été, à cet effet, combinée avec les méthodes dérivées du Calcul des Variations pour montrer l'existence de *fonctions fondamentales*. Elle permet de partir non de l'existence d'un minimum, mais de celle — évidente *a priori* — d'une limite inférieure, atteinte ou non. On démontre qu'à cette limite inférieure correspond nécessairement une racine de la fonction entière qui intervient dans la méthode de M. Fredholm.

§ 2. — Astronomie

L'étoile variable de δ Céphée. — M. H.-E. Lau avait commencé l'observation de δ Céphée pour vérifier les résultats indiqués par M. Wirtz; puis, en construisant la courbe de lumière, il eut l'occasion de noter, dans la partie descendante de cette courbe, une irrégularité très sensible, qui se trouve déjà faiblement indiquée sur les courbes d'Argelander, Schur, Oudemans et Wirtz : il est donc fort possible que cette anomalie soit réelle. M. Lau fut ainsi conduit à étudier cet astre avec plus de soin et il vient d'exposer le résultat de ses recherches complètes [1].

L'étude de cette binaire spectroscopique offre un intérêt particulier, par ce fait que la théorie fondée sur les éléments déduits des mesures de M. Belopolsky s'est montrée incapable d'expliquer les variations d'éclat sans admettre l'existence d'une force secondaire dont les effets s'ajoutent aux variations dues aux éclipses des deux astres. En effet, M. Belopolsky a constaté que la date du minimum théorique diffère d'environ un jour deux heures de la date du minimum réel; M. Wirtz, de son côté, arrive à la conclusion que l'état chimique de l'astre éprouve des perturbations très notables pendant la révolution des deux soleils, l'amplitude de la variation photographique étant double environ de l'amplitude visuelle. Selon M. Wirtz, on a, pour la variation photographique : $M = 4{,}68$, $m = 5{,}93$, tandis que la discussion des observations visuelles lui fournit, au contraire : $M = 3{,}66$ et $m = 4{,}18$, chiffres qui diffèrent sensiblement des données de la plupart des traités d'Astronomie.

Il résulte des recherches de M. Lau que δ Céphée se rapproche du type de β Lyre; mais il y a cependant une différence essentielle, puisque les maxima de δ Céphée sont plus faibles qu'ils ne devraient être suivant la théorie de M. Myers, de sorte que l'hypothèse des éclipses alternatives est insuffisante pour expliquer la variation de cette étoile : dans ce sens, et conformément, d'ailleurs, aux résultats précédents de Wirtz, le phénomène offert par δ Céphée est beaucoup plus compliqué que ne l'est la variation de β Lyre.

§ 3. — Génie civil

L'Aérodrome de la Tour Eiffel. — M. G. Eiffel a exposé, le 30 novembre dernier, devant la Commission scientifique de l'Aéro-Club, un avant-projet d'installation d'un aérodrome destiné à rendre sans danger les expériences d'aviateurs, d'aéroplanes et, en général, de tous les appareils de cet ordre plus lourds que l'air.

On est fondé à penser que les accidents presque

[1] *Bull. de la Soc. Astron.*, p. 490, 1903.

constants qui se sont produits dans la pratique de ces appareils sont dus surtout à l'insuffisant apprentissage des expérimentateurs et à leur imparfaite connaissance des mouvements utiles. Une personne se lançant dans un aviateur est comme un baigneur qui, ne sachant pas exécuter les mouvements si simples de la nage, s'épuise en efforts mal coordonnés et finit par couler.

L'utilité de pouvoir réaliser de tels essais et de faire cet apprentissage n'est pas douteuse. M. le capitaine Ferber, commandant à Nice la 17e batterie alpine, a, dans ce but, construit un grand manège de 15 mètres de rayon et de 18 mètres de hauteur, décrit dans le journal l'*Aerophile* de février 1903. L'appareil aviateur est suspendu à l'extrémité du bras de ce manège et les manœuvres peuvent s'opérer sans danger. On peut cependant penser que les mouvements doivent être gênés par la nécessité d'un parcours circulaire à aussi faible rayon, et par la force centrifuge qui en résulte.

M. Louis Olivier, directeur de la *Revue générale des Sciences*, pensa que l'on pourrait se servir, dans le même but, d'un câble tendu entre deux pylones, dont l'un serait la Tour Eiffel; il s'en ouvrit à M. Eiffel, qui accepta cette idée et se mit à l'étude. Il en est résulté le projet exposé à l'Aéro-Club.

Il fallait que l'appareil, tout en ayant ses mouvements complètement libres, fût soutenu, en chaque point de sa course rectiligne, comme l'élève l'est à l'école de natation par la corde du maître nageur qui le suit dans son mouvement de progression. Dans le projet actuel, le soutien se fait par l'intermédiaire d'un chariot roulant sur un câble incliné: le mouvement en avant est facilité par la pente générale donnée au câble, laquelle permet de procurer dans de bonnes conditions l'élan initial. Mais, bien entendu, le mouvement n'est pas libre, sans quoi l'appareil prendrait rapidement une vitesse excessive et dangereuse; il est maintenu sur la pente, au point voulu, par un câble de retenue sans fin venant s'enrouler à l'origine du départ sur un treuil électrique et passant à son extrémité sur le pylone opposé. Le treuil est actionné, comme il en est besoin, sur les indications d'un chef de manœuvre qui, du sol, suivra les mouvements de l'aéronaute, comme le maître nageur, dont nous parlions, suit son élève. Ce surveillant pourra même, à l'aide d'un conducteur électrique, actionner directement le treuil, de manière à être complètement maître des mouvements du chariot. Si, par suite d'un accident ou d'une fausse manœuvre, le câble de retenue venait à casser, il faut disposer les choses pour que l'aéronaute ne vienne pas se briser contre le pylone d'arrivée.

Dans le projet de M. Eiffel, le câble a une portée de 500 mètres; il vient s'attacher au premier étage de la Tour, à 58 mètres de hauteur [1], et passe à son autre extrémité sur une grande poulie à gorges de 3 mètres de diamètre portée par un pylone métallique de 20 mètres de hauteur, établi dans le Champ-de-Mars dans le voisinage de la Galerie des Machines; de là, il se dirige au massif d'amarrage : sa longueur est de 550 mètres. La flèche (mesurée suivant la verticale) qui lui a été donnée est de 15 mètres. Tous les points de la chaînette (ou de la parabole qui la remplace très sensiblement) sont ainsi déterminés. Le sommet inférieur, c'est-à-dire le point le plus bas de la courbe est à 18 mètres du sol et est à 92 mètres en avant du pylone.

Ce câble est formé de 6 torons de 7 fils d'acier de 3 millimètres, dont la charge de rupture est de 140 kilogs par millimètre carré. Son diamètre est de 30 millimètres, son poids de 2 kil. 52 par mètre courant, et sa résistance à la rupture de 41.500 kilogs. La tension maxima, calculée avec ce poids et une surcharge mobile de 300 kilogs, dont 100 kilogs pour le chariot et 200 kilogs pour l'appareil aviateur, étant de 6.600 kilogs, on est dans les limites de sécurité habituelles.

[1] Ou à un point plus bas sur le pilier, si l'expérience en fait reconnaître l'avantage.

Les pentes varient progressivement, de la Tour au sommet, de 20 °/₀ à 0; sur une longueur de 250 mètres, dans les environs du sommet, elles ne dépassent pas 5 °/₀. L'effet de la surcharge mobile entraînera une déformation qui n'est pas très facile à calculer exactement, mais dont on obtient une valeur maximum en admettant que les deux parties du câble restent en ligne droite. Le point le plus bas de l'ellipse qui forme le lieu géométrique des positions de ces sommets reste encore à 13 mètres du sol; mais, en réalité, ce point sera plus élevé, par suite de la flexion des deux parties du câble.

Le chariot porteur est formé par un bâti supportant deux poulies à gorge engagées sur le câble : il reçoit, à la partie inférieure, le crochet d'amarrage, auquel l'appareil aviateur est suspendu à l'aide d'un palan; ce dernier peut être manœuvré par l'aéronaute, qui peut ainsi régler sa hauteur, en montant ou en descendant à sa volonté. Ce chariot porte, de part et d'autre, les attaches du câble sans fin servant à la manœuvre et permettant de lui imprimer tous les mouvements que l'on désire.

La tension du palan supportant l'appareil s'exerce sur deux dynamomètres à ressort et est, à chaque instant, inscrite sur un enregistreur mû par un mouvement d'horlogerie : il permet de mesurer à tout moment l'allégement du poids, c'est-à-dire la valeur réelle de la sustentation et, par suite, la qualité de l'appareil à ce point de vue.

Le câble de retenue, destiné à régler la vitesse du chariot porteur, est un câble sans fin de 12 millimètres, mû par un treuil électrique placé sur la pile et actionné à distance par le chef de manœuvre.

La transmission de la dynamo au tambour d'enroulement du treuil se fera à l'aide d'une vis tangente, de manière qu'en cas de non-fonctionnement accidentel de la dynamo, le treuil soit bloqué, que le chariot reste immobile et qu'il ne soit pas entraîné par son poids.

Enfin, un tendeur placé sur le pylone assurera d'une manière constante aux deux brins du câble de manœuvre la tension voulue.

Le freinage de sécurité, à la fin de la course, est obtenu, comme dans l'appareil de chute pour la résistance de l'air que M. Eiffel met encore actuellement en usage à la Tour de 300 mètres, par deux ressorts portés par le chariot, entre les mâchoires desquels le câble passe librement; mais elles sont énergiquement écartées l'une de l'autre, sur les 30 derniers mètres aboutissant au pylone, par un tube en fer de 60 millimètres enveloppant le câble de 30 millimètres et raccordé avec lui par un cône en acier. En cas de fausse manœuvre ou de rupture du câble de manœuvre, l'appareil vient en quelque sorte s'enfiler dans ce tube; les mâchoires s'écartent et leur pression provoque un frottement dont la continuité amortit peu à peu, et sans aucune secousse, la vitesse.

L'existence des mâchoires, entre lesquelles le câble est saisi sur toute l'étendue de la course, a, en outre, pour effet de supprimer toute crainte de déraillement.

Le projet de cet appareil paraît donc réunir toutes les conditions de sécurité désirables.

Les propulseurs essayés pourront ne pas se borner à ceux mus par la force humaine. En effet, on pourrait, par un équilibrage convenable, à l'aide d'un contrepoids porté par le cable, alléger l'appareil d'une valeur fixée à l'avance, de manière à ne laisser, par exemple, pour le moteur, qu'un poids de 2 kil. 50 à 3 kilogs par cheval. On verra ainsi d'une manière sûre et non réalisée jusqu'ici ce qu'on peut attendre de l'effet des hélices, en tenant compte des déplacements horizontaux.

Tel est l'ensemble de l'avant-projet soumis par M. G. Eiffel à la Commission scientifique de l'Aéro-Club, à laquelle, dans sa séance du 30 novembre, présidée par M. le comte de Chardonnet, il a demandé si l'on jugeait ces études intéressantes tant pour le progrès de l'aérostation que pour celui de l'aviation.

A la suite d'une discussion très approfondie, à la-

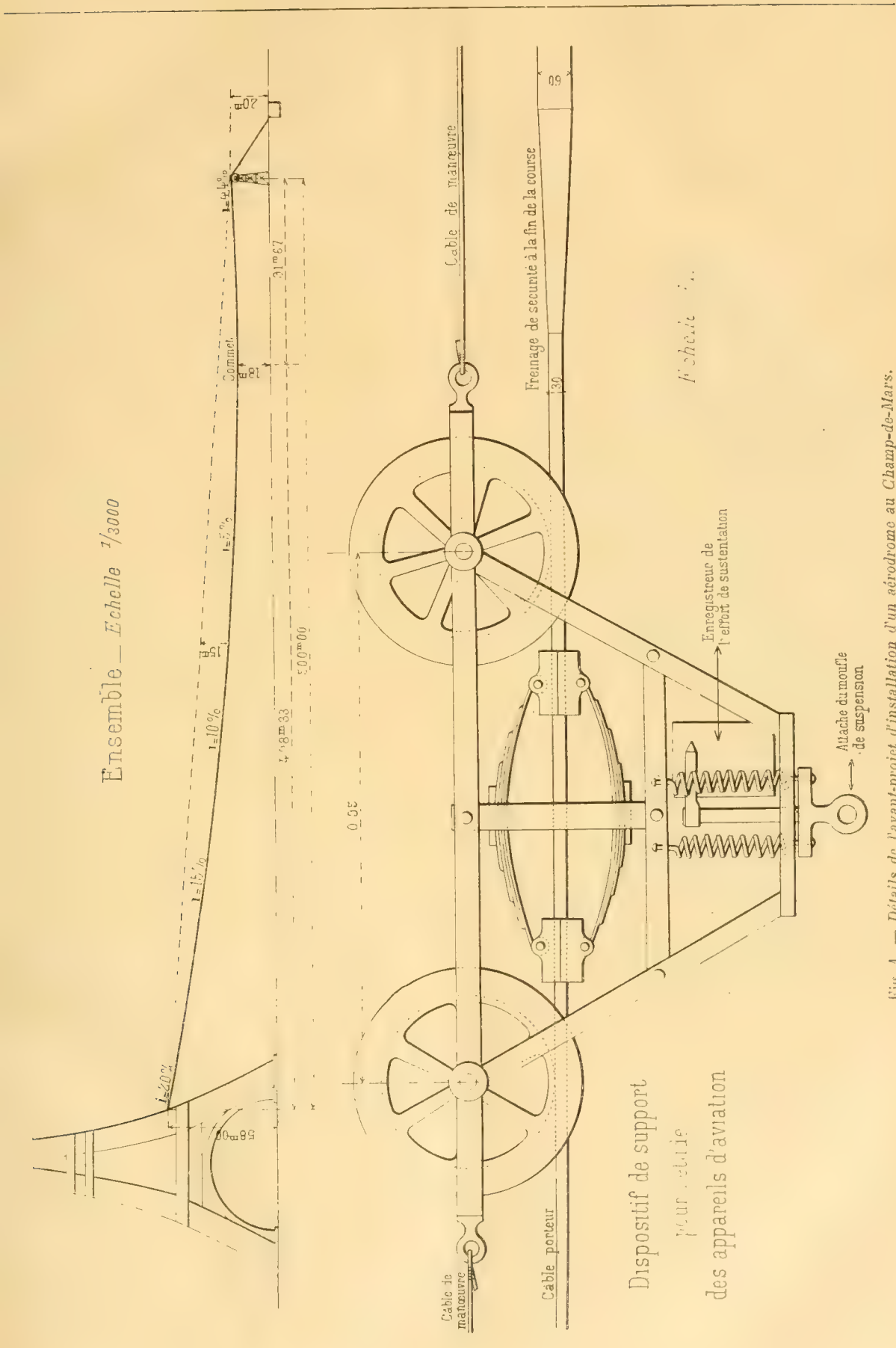


Fig. 1. — *Détails de l'avant-projet d'installation d'un aérodrome au Champ-de-Mars.*

quelle ont pris part MM. Teisserenc de Bort, Wilfrid de Fonvielle, Louis Olivier, Georges Besançon, Deutsch de la Meurthe et surtout M. Maurice Lévy, le Président a adressé à M. Eiffel ses félicitations, et a consulté l'assemblée sur l'opportunité pour l'Aéro-Club de participer à ces recherches.

Par un vote unanime, il a été reconnu qu'une telle installation rendrait, à l'aérostation par appareils aviateurs ou aéroplanes, les services les plus considérables, en permettant de réaliser, sans danger pour les expérimentateurs, des progrès peut-être tout à fait inattendus.

§ 4. — Physique

Déviation vers l'Est des corps en chute libre. — Tout le monde s'est intéressé à la reprise, au Panthéon, de la célèbre expérience du pendule de Foucault. Mais, en dehors de la leçon de choses qui en résultait, M. C. Flammarion a voulu profiter de cette installation pour faire une série d'expériences sur la chute des corps, et examiner si le mouvement de rotation de la Terre se manifeste dans cette chute de 68 mètres de hauteur. Notre globe tournant de l'Ouest à l'Est, un objet situé à 68 mètres au-dessus du sol tourne un peu plus vite que le sol, et la vitesse dont il est animé, n'étant pas détruite lorsqu'on l'abandonne à la pesanteur, tend à le faire tomber à $8^{mm},11$ à l'est de la verticale marquée par le fil à plomb.

L'observation de cette chute, qui paraît simple, est, au contraire, émaillée de difficultés, et des résultats peu concordants ont été obtenus par divers expérimentateurs habiles : Guglielmini, en 1790, à la Tour degli Asinelli de Bologne; Benzenberg, en 1802, à la Tour Saint-Michel de Hambourg et, en 1804, dans le puits de charbonnage de Schlebusch; Reich, en 1834, dans un puits de mine de Freiberg, etc. Il était donc tout indiqué de tenter à nouveau cette expérience, avec les moyens les plus précis que l'on puisse employer aujourd'hui : c'est ce que fit M. Flammarion, avec la collaboration habile et éclairée de M. Benoît, astronome à l'Observatoire de Juvisy.

Le point essentiel est d'éviter tout mouvement initial dans la chute des billes. Dans les expériences anciennes, on suspendait la balle à un fil que l'on brûlait, ou bien encore on l'attachait à un fil retenu à une pince, et même, dans une autre série, on chauffa les balles et on les déposa sur un anneau de cuivre horizontal qu'elles traversaient en se refroidissant : les résultats obtenus par ces divers modes de suspension sont fort discordants. Le dispositif employé, cette fois, est dû au savant constructeur J. Carpentier, dont le contremaître, M. Cartier, surveilla l'installation et le réglage avec tous les soins désirables : l'appareil se compose d'un électro-aimant dont le noyau en fer doux est mobile; la carcasse, en cuivre, se prolonge à la partie inférieure par une petite couronne circulaire parfaitement tournée, sur le biseau de laquelle vient reposer la bille qui ne peut être en contact avec le noyau.

Toutes les précautions furent prises pour déterminer la verticale, donner de la stabilité aux appareils, éviter les moindres courants d'air susceptibles d'influer sur la direction initiale de la bille. La bille tombe et laisse une trace circulaire sur une plaque de plomb; les centres de ces traces sont relevés et constituent une sorte de cible tout autour de la verticale. Les conclusions relatives à 144 chutes sont les suivantes :

La déviation vers l'Est est prépondérante et certaine.

Il y a de grands écarts entre les divers tracés.

Et, tandis que le calcul indique une déviation vers l'Est de $8^{mm},1$, on a observé $6^{mm},3$ vers l'Est et $1^{mm},6$ vers le Nord pour les douze séries; $7^{mm},6$ Est, et $0^{mm},5$ Nord pour les six dernières séries.

Ces résultats ne sont pas aussi concordants qu'il serait désirable, mais ce sont du moins des expériences bien faites, délicates, et dont la discussion peut mettre en lumière des causes perturbatrices non encore soupçonnées, ou susciter d'ingénieux dispositifs expérimentaux.

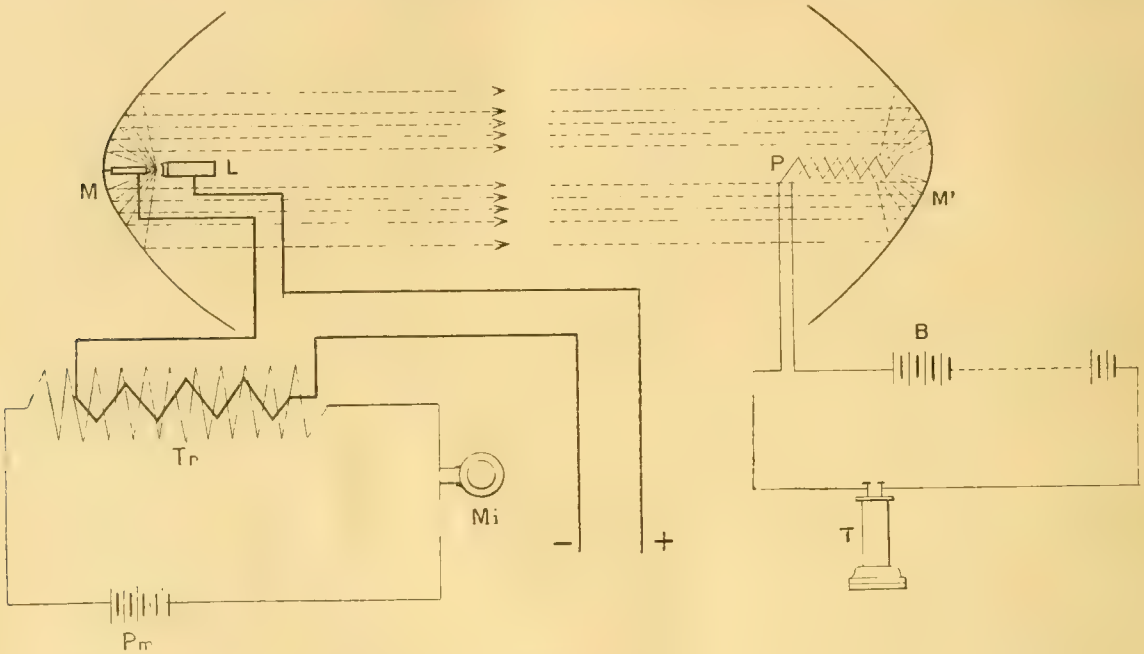


Fig. 2. — *Schéma des postes transmetteur et récepteur en téléphonie optique.* — M, M', miroirs paraboliques; L, lampe à arc; P, pile à sélénium; B, batterie; T, téléphone; T*r*, transformateur; M*i*, microphone; P*m*, pile microphonique.

Transport d'air liquide. — Voici les résultats d'une expérience récente de transport d'air liquide entre Berlin et Genève : le 14 décembre au matin, un flacon Dewar, contenant deux litres du curieux liquide, a été remis au service de grande vitesse des Chemins de fer à Berlin, dans un emballage spécial employé en

Allemagne pour ce genre de transport[1]. Le 19 décembre au matin, l'envoi arrivait en gare de Genève et était livré, à midi, au Laboratoire de Chimie physique de l'Université; le récipient contenait encore un quart de litre d'air liquide, dont on a disposé pour des expériences faites le jour même.

C'est certainement un des transports les plus longs effectués jusqu'à présent : il fait bien augurer d'essais entrepris sur des masses plus considérables. C'est à ce titre que nous avons cru devoir le signaler.

Quand nos Chemins de fer se décideront-ils à accorder, pour le transport des gaz liquéfiés, les mêmes facilités que les Chemins de fer étrangers?

§ 5. — Electricité industrielle

La téléphonie et la télégraphie optiques au moyen des projecteurs électriques. — Sur la base des anciennes expériences de M. Bell et des expériences toutes récentes du Professeur Simon et de M. E. Ruhmer, les usines Siemens-Schuckert viennent de construire les dispositifs pratiques suivants :

Les transmetteurs comprennent, en premier lieu, un microphone Mi (fig. 2), à charbon granulaire très sensible, qui transforme les ondes acoustiques du langage parlé en ondes électriques. Ces dernières se superposent au courant continu de la lampe L d'un projecteur électrique, donnant lieu, dans les intervalles des vibrations acoustiques successives du microphone, à des modifications de l'intensité du courant de la lampe et à des oscillations de la température de l'arc voltaïque, produisant à leur tour un effet acoustique, le phénomène dit de la *lampe parlante*. Ces oscillations de température s'accompagnent, en raison des lois du rayonnement des corps incandescents, d'oscillations lumineuses de l'arc voltaïque correspondant intimement aux vibrations de la membrane microphonique. C'est ainsi qu'un arc voltaïque parlant sert de transmetteur photophonique, grâce à ces oscillations lumineuses, projetées au moyen d'un projecteur M (fig. 3) à la station réceptrice.

L'organe le plus essentiel du dispositif récepteur est en sélénium, métal possédant, comme on le sait, la propriété de subir des variations de résistance électrique, accompagnant presque simultanément les modifications de l'intensité lumineuse. C'est M. E. Ruhmer qui a donné aux dispositifs à sélénium, dits *piles à sélénium*, une sensibilité telle qu'une quantité de lumière relativement faible suffit à l'utilisation pratique du phénomène photo-électrique. Ces piles hautement sensibles, affectant la forme d'un cylindre, sont renfermées dans une ampoule en verre, vide d'air et pourvue d'un support de lampe à incandescence normale. Afin de concentrer autant que possible sur la pile la lumière qui la frappe, on attache l'ampoule au foyer d'un réflecteur métallique parabolique M', de façon que les rayons lumineux parallèles qui viennent y tomber soient concentrés sur cette dernière. Le réflecteur, fixé à un support en fer nickelé, est exposé au faisceau lumineux partant de la station transmettrice, de façon que sa surface soit frappée verticalement autant que possible par les rayons lumineux. La pile à sélénium P est insérée dans le circuit d'une pile galvanique B d'une intensité suffisante, circuit comprenant en même temps le téléphone T dont on se sert. Ce sont les fluctuations de la lumière arrivant de la station transmettrice et la résistance variable du sélénium insolé qui donnent lieu à des oscillations du courant traversant la pile à sélénium et le téléphone, de manière à rendre perceptible dans les récepteurs de la station réceptrice les sons parlés dans le microphone du transmetteur.

Les expériences faites pendant quelque temps, de concert avec M. E. Ruhmer, ont fait voir que ce procédé permet de réaliser des transmissions très claires jusqu'à des distances dépassant 10 kilomètres. En vue d'assurer un effet avantageux à la lampe parlante, il est bon de choisir pendant un temps clair des courants variant entre 2 et 4 ampères, mais qui doivent être augmentés jusqu'à 10 ampères par un temps moins transparent; les charbons ont à peu près 6 ou 9 millimètres de diamètre. La tension à appliquer à la pile du miroir récepteur dépend de sa construction; elle varie entre 40 et 80 volts, de façon que la pile soit traversée par un courant de 20 à 30 milliampères.

Si l'on veut employer ce procédé, non pas pour téléphoner, mais pour télégraphier, une disposition du transmetteur essentiellement différente, indiquée par M. Ruhmer, devra être choisie. Il n'est pas nécessaire d'envoyer des signaux Morse à la façon ordinaire, au moyen des dispositifs signaliseurs généralement employés en télégraphie optique, qui interceptent les rayons d'un projecteur et font agir sur la pile à sélénium des éclairs lumineux d'une durée plus ou moins grande, ce qui permet de les enregistrer; il vaut mieux se servir d'un dispositif nouveau, permettant en même temps de faire varier bien plus rapidement l'intensité des rayons du projecteur. On y arrive en superposant, au circuit à courant continu de la lampe, un courant continu fréquemment interrompu au moyen d'un interrupteur mécanique et dont la fermeture et

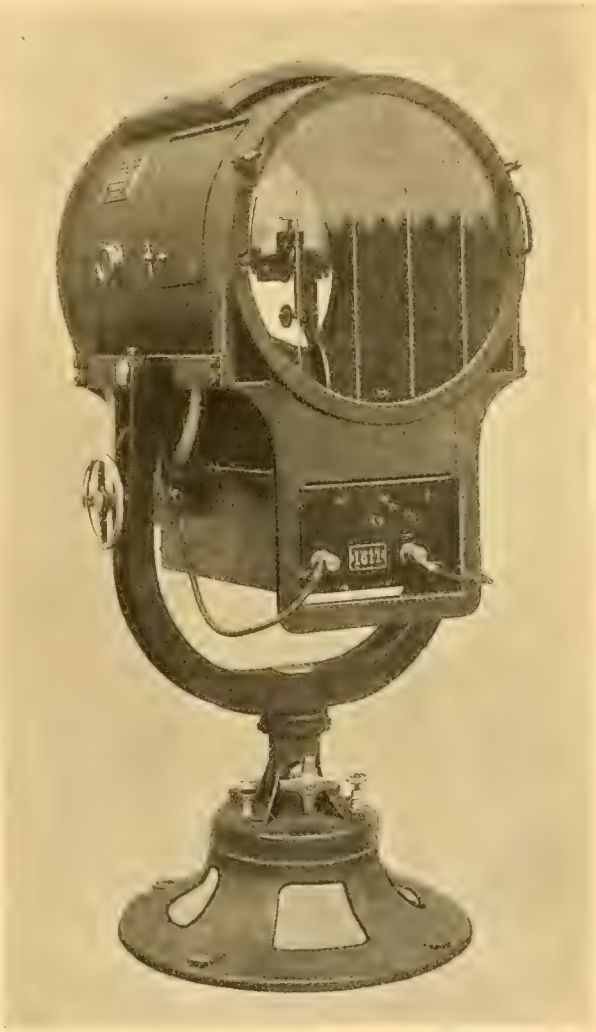


Fig. 3. — *Projecteur de torpilleur système Ruhmer-Schuckert.*

[1] Cet emballage est constitué par une boîte en tôle à quatre pans, au milieu de laquelle est placé le flacon Dewar enveloppé de feutre.

l'ouverture se font avec une clé Morse, suivant les signaux Morse. A chaque fermeture de la clé télégraphique, le courant continu superposé, et fréquemment interrompu, modifiera la puissance lumineuse de l'arc voltaïque, donnant lieu à des oscillations qu'il s'agira de faire parvenir à la station réceptrice. Si l'on fait en sorte que l'intensité lumineuse de la lampe soit maintenue constante, ce procédé assure, en même temps qu'une expédition plus rapide des télégrammes, le secret absolu de ces derniers, puisque l'œil humain, incapable de percevoir plus de 10 alternances par seconde, reçoit l'impression d'un rayon continu, en raison de la vitesse avec laquelle se suivent les oscillations lumineuses à la station transmettrice.

La station réceptrice est disposée comme celle de téléphonie optique; elle comprend un réflecteur parabolique, au foyer duquel est disposée la pile à sélénium, et deux téléphones. Les oscillations lumineuses de la station transmettrice sont perçues au téléphone de la station réceptrice au moyen de la pile à sélénium, comme son bourdonnant intermittent, formant des signaux Morse *acoustiques* et directement entendus. La hauteur de ce son dépend de la période de l'interrupteur. Comme, dans cette méthode télégraphique, il ne s'agit pas de transmettre le langage humain, ce qui pourrait donner lieu à des incertitudes dues aux intensités acoustiques différentes des différentes voyelles, et que c'est un même son qui est entendu pendant des intervalles plus ou moins prolongés, il a été possible d'assurer une transmission bien claire des signaux dans des conditions atmosphériques qui auraient rendu difficile la transmission du langage. Le commencement d'une communication pourra être indiqué par une sonnerie actionnée également par la pile à sélénium et sans l'intermédiaire d'un fil de communication avec la station transmettrice.

Les résultats satisfaisants des expériences jusqu'ici effectuées font voir que le système actuel de téléphonie et de télégraphie optiques est d'un usage avantageux dans la pratique et surtout à des distances courtes; aussi ce sont surtout les armées et les marines qui en profiteront.

Grâce aux propriétés de la pile à sélénium, ce dispositif pourra également servir à insérer à distance des circuits quelconques, pour la mise en marche des moteurs, l'insertion des circuits de lampe, le déclanchement des sonneries, etc. Ce système se prête d'autant plus à être introduit à bord des vaisseaux qu'on pourra se servir des projecteurs existants, ce qui diminuera considérablement le coût d'établissement.

La commande des métiers à tisser par l'électricité. — Il est heureux de constater que, dans la lutte entre les grandes industries et les industries domestiques qui a lieu dans certaines parties de l'Allemagne, ces dernières profitent parfois aussi des résultats de la technique moderne. Une entreprise coopérative destinée à fournir la puissance électrique aux tisserands domestiques (de l'industrie des rubans de soie), dans la Forêt Noire méridionale, vient d'être tentée dans le district du Holtzenwald; on a l'intention de commander par l'électricité les métiers de cinq cents tisserands résidant dans vingt-huit localités différentes. Le coût d'établissement de l'ensemble de cette installation est évalué à environ 340.000 marks; cette somme sera déboursée par la Compagnie de force motrice de Wald-Elektra-Säckingen-Waldshut, déduction faite d'une subvention accordée par le Gouvernement. Cette entreprise est d'une grande importance, parce qu'elle doit permettre à la branche précitée de l'industrie textile de conserver son caractère d'industrie domestique, assurant des revenus annuels d'environ 300.000 marks aux habitants pauvres de cette partie de la Forêt Noire. De plus, la diminution de l'effort nécessaire de la part des tisserands permettra même aux gens d'une force moyenne de se consacrer au tissage domestique sans compromettre leur santé; c'est ainsi qu'une division rationnelle de travail pourra être établie entre les membres d'une même famille, surtout pendant la période d'activité de l'industrie de la soie. Les calculs faits font prévoir que les tisserands retireront de la nouvelle installation des profits plus élevés, abstraction faite des avantages sanitaires découlant de la commande et de l'éclairage électriques.

§ 6. — Chimie organique

Action de l'acide nitrique sur l'éther diméthylacétylacétique. — Un très intéressant travail de M. W. H. Perkin jun.[1] vient de compléter et de coordonner les recherches effectuées par différents auteurs sur l'action de l'acide nitrique sur l'éther acétylacétique et sur ses dérivés alcoylés.

Ainsi Pröpper[2] montra le premier que l'action de l'acide nitrique sur l'éther acétylacétique fournit une huile, de la formule $C^4H^7AzO^3$, qu'il nomma éther oximinoacétique. En 1890, Cramer[3] prépara l'acide oximinoacétique à l'état de pureté par l'action de l'hydroxylamine sur l'acide glyoxylique :

$$CHO.CO^2H + AzH^2OH = H^2O + AzOH : CH.CO^2H$$

et montra que l'éther de cet acide n'est pas identique avec celui de Pröpper. Quand, cependant, le vrai éther oximinoacétique est traité par l'acide nitrique, il est oxydé et converti en éther glyoxime-peroxyde-carbonique :

$$\begin{matrix} CO^2.C^2H^5.CH : AzOH \\ CO^2.C^2H^5.CH : AzOH \end{matrix} + O^2 = 2H^2O + \begin{matrix} C^2H^5.CO^2.C : Az.O \\ | \qquad\quad | \\ C^2H^5.CO^2.C : Az.O \end{matrix}$$

Ce dernier corps est, en réalité, le produit obtenu par Propper, dans l'action de l'acide nitrique sur l'éther acétylacétique. Cette réaction de l'acide nitrique sur les oximes, donnant naissance à des dérivés du type « glyoxime-peroxyde », semble avoir un caractère d'assez grande généralité. Par exemple, la benzaldoxime, la nitrosoacétophénone fournissent respectivement les dérivés :

$$\begin{matrix} C^6H^5.C : Az.O \\ | \qquad\quad | \\ C^6H^5.C : Az.O \end{matrix} \quad \text{et} \quad \begin{matrix} C^6H^5 - CO - C : Az.O \\ | \qquad\quad | \\ C^6H^5 - CO - C : Az.O \end{matrix}$$

Si, au lieu de faire agir l'acide nitrique sur l'éther acétylacétique lui-même, on opère sur un dérivé monoalcoylé, on obtient, comme l'on sait[4], des dérivés dinitrés; par exemple, l'éther méthylacétylacétique est converti en dinitroéthane :

$$\begin{matrix} CH^3COCH - CO^2C^2H^5 + 2\ OH.AzO^2 \\ | \\ CH^3 \end{matrix}$$

$$= CH^3CO^2H + AzO^2 - \underset{\underset{CH^3}{|}}{CH}.AzO^2 + CO^2 + C^2H^5OH.$$

Au contraire, si l'on part d'un dérivé dialcoylé, la réaction conduit à l'obtention de dérivés du type glyoxime-peroxyde, comme M. Perkin l'établit.

C'est ainsi que, en prenant comme point de départ l'éther diméthylacétylacétique, l'on obtient le corps $C^{14}H^{18}O^8Az^2$ ou

$$\begin{matrix} & & CH^3 & CH^3 \\ & & & \\ O.Az : C.CO.C.CO^2CH^3 \\ | \qquad\quad | \\ O.Az : C.CO.C.CO^2CH^3 \\ & & & \\ & & CH^3 & CH^3 \end{matrix}$$

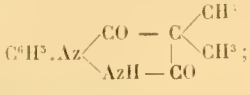
[1] *Jour. of the Chem. Soc.*, t. LXXXIII, p. 1217.
[2] *Ann.*, 1884, t. CCXXII, p. 48.
[3] *Ber.*, t. XXIII, 3496.
[4] CHANCEL : *Jahresberichte*, 1883, 1079.

dont M. Perkin étudie longuement toutes les propriétés, fort remarquables, d'ailleurs, et dont nous signalerons les principales.

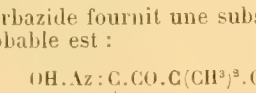
La potasse caustique à l'ébullition le décompose complètement avec formation d'alcool méthylique, d'ammoniaque, d'acides isobutyrique, diméthylmalonique, carbonique, cyanhydrique.

L'ammoniaque fournit la diméthylmalonamide et le diméthylmalonamate de méthyle. L'aniline agit d'une façon analogue; elle donne aussi lieu à une série de réactions fort compliquées que nous ne pouvons exposer ici en détail.

La phénylhydrazine donne l'éther *phénylhydrazidiméthylmalonique*, qui se convertit aisément en la *pyrazolidone* :



enfin, la semicarbazide fournit une substance dont la constitution probable est :



§ 7. — Botanique

La formation des œufs chez les Ascomycètes. — Il n'y a pas bien longtemps encore que, dans la classe immense des Champignons, on ne considérait que les grandes espèces, celles que nous classons aujourd'hui dans l'ordre des Basidiomycètes. Peu à peu, d'autres sont venues s'y joindre, dont la variété infinie rachetait pour ainsi dire la ténuité. Les remarquables travaux de M. Van Tieghem contribuèrent puissamment à éclaircir les divers problèmes que nous posaient les deux grands ordres des Myxomycètes et des Syphomycètes; mais on ne sait pourquoi nous avons dû attendre jusqu'à ces dernières années pour voir approfondir les propriétés du quatrième groupe de ces végétaux, champignons dont la reproduction se fait par des asques et que, pour cette raison, on a nommé Ascomycètes. Dans cet ordre, en effet, nous connaissons bien l'existence des œufs et des spores; mais les premiers, dans la majorité des cas, et même parfois les secondes, nous laissent très indécis sur leur mode de formation.

Un grand pas vient d'être fait dans l'étude de leur origine : M. Harper, dans ses remarquables études sur le *Pyronema confluens*, nous montre la formation de l'œuf due, non plus à une cellule, comme le fait se présente généralement, mais à un article polynucléé. Sur un rameau du thalle se différencie un oogone, qui prend une forme absolument comparable à celle d'un ballon de chimie, tandis qu'une anthéridie prend naissance à côté et vient s'accoler à la partie mucilagineuse formant le col du ballon. Ayant dissous la membrane, l'anthéridie introduit son contenu dans l'oogone et donne ainsi naissance à l'œuf véritable, œuf toutefois qui, dès le début, comme nous venons de le dire, forme un article polynucléé.

Le même savant nous a montré, par contre, l'œuf cellulaire dans le genre *Aspergillus*, cette moisissure si fréquente sur le cuir et dont jusqu'ici nous ignorions la formation ovigène. Il a pu observer la naissance de l'oogone et de l'anthéridie, leur combinaison en une cellule à travers la membrane résorbée, et leur enveloppement progressif dans un réseau épais dont la cuticule donne naissance à ce périthèce, en forme de boule jaune, abondant dans les herbiers humides. C'est à ce périthèce qu'on avait autrefois donné le nom d'*Erothium Herbariarum*, le considérant comme un genre à part. Cette découverte offre une importance capitale, car, par analogie, elle nous permet de soupçonner le même mode de formation chez les genres *Sterigmatocystis*, *Penicillium*, et tous les genres voisins dont le mode de croissance est identiquement le même.

Un fait également très intéressant sur la formation des œufs a été constaté par M. Barker chez la levure de bière. Dans ce cas, en effet, l'isogamie, apparente, cela va sans dire, est des plus complètes. Deux cellules du thalle, non différenciées préalablement, se pénètrent de façon à donner naissance à un asque, qui produira ensuite des spores.

Enfin, peut-on parler des œufs chez les Ascomycètes sans citer les travaux du savant américain, M. Thaxter, sur les Laboulbéniacées. C'est grâce à lui, en effet, que cette famille, composée il n'y a pas encore longtemps du seul genre *Laboulbenia*, parasite bien connu des Coléoptères, compte actuellement une trentaine de genres et plus de deux cents espèces. Sur tous ces Champignons, l'œuf provient de la fusion de deux gamètes : l'une, l'oogone, qui se forme à l'intérieur de deux cellules produites par le thalle, et surmontée d'une cellule stérile devenue mucilagineuse; l'autre, l'anthérozoïde, qui, s'échappant d'un long chapelet né en un autre point du thalle, vient se fixer sur la cellule stérile et de là pénètre dans l'oogone. L'œuf se développe alors en donnant un asque à l'intérieur d'une sorte de périthèce analogue à celui du genre *Spheria*. Il convient toutefois de remarquer que, tandis que dans la *Spheria* le périthèce suit la formation de l'œuf, dans le *Laboulbenia* il la précède.

C'est également ici l'occasion de faire mention des travaux nombreux entrepris actuellement en vue d'obtenir des spores exogènes dans le genre *Tuber* (dont font partie les truffes comestibles), travaux dont l'importance agricole n'échappera à personne et qui seront, sous peu, il y a tout lieu de l'espérer, couronnés de succès.

§ 8. — Zoologie

Les sens de l'Escargot. — Tout le monde s'accorde à admettre que les grands tentacules des Gastropodes stylommatophores, comme l'Escargot, la Limace, etc., servent à la perception spéciale de la lumière et des odeurs. Ces appendices portent, en effet, à leur extrémité un œil compliqué, et, près de celui-ci, un ganglion volumineux en rapport avec l'épithélium qui revêt le tentacule; depuis Moquin-Tandon et Flemming, on a pris peu à peu l'habitude de considérer le grand tentacule, non seulement comme oculaire, mais encore comme olfactif, et même beaucoup d'auteurs attribuent à l'Escargot une très grande sensibilité olfactive, lui permettant de reconnaître la présence d'un aliment apprécié à d'assez grandes distances. M. Yung[1], après des expériences multipliées et qui laissent peu de prise à la critique, s'inscrit en faux contre ces différentes appréciations. L'œil ne sert qu'à une vision très limitée, préférablement dans une demi-lumière diffuse, et se montre tout à fait insensible aux éclairages intenses; l'allumage subit d'une lampe électrique devant l'œil d'un Escargot ne provoque aucune réaction. Son ablation n'entraîne aucun trouble appréciable dans les faits et gestes de l'animal, de sorte que les yeux ne paraissent guère plus excitables par les radiations lumineuses que telle autre région quelconque de la peau.

Il en est de même de l'olfaction : la sensibilité olfactive, facile à mettre en évidence, n'est pas du tout localisée sur le bouton des grands tentacules; l'expérience montre que la peau tout entière, du moins celle qui revêt les régions que l'animal sort de sa coquille lorsqu'il rampe, est apte à percevoir les odeurs; il est juste de dire que cette faculté est plus développée sur les grands tentacules et l'extrémité antérieure du corps que partout ailleurs. En expérimentant avec les aliments dont l'*Helix pomatia* se nourrit habituellement, on constate qu'il ne perçoit leur odeur qu'à une distance moyenne de 1 à 3 centimètres, dis-

[1] E. Yung : Recherches sur le sens olfactif de l'Escargot (*Helix pomatia*). *Archives de Psychologie*, t. III, n° 9.

tance qui s'élève exceptionnellement jusqu'à 50 centimètres, dans le cas du melon, qui est, comme l'on sait, particulièrement odorant. Au delà de ces limites, l'Escargot ne paraît sentir aucune odeur.

Ces expériences sont corroborées par l'étude d'*Helix* amputés des grands tentacules coupés au ras de la tête; ils réussissent encore, quoique moins régulièrement et à une plus petite distance qu'à l'état normal, à trouver leur nourriture, à la reconnaître comme bonne et à éviter le contact des corps odorants désagréables ou délétères.

Il est évident que la sensibilité générale de l'Escargot prévaut de beaucoup sur sa sensibilité spéciale; les trépidations du sol, la chaleur, les mouvements des herbes agitées par le vent et surtout l'humidité, qu'il perçoit à la distance de plusieurs mètres, l'impressionnent vivement, beaucoup plus que la lumière, les couleurs, les formes, les odeurs et les saveurs. En toutes circonstances, l'Escargot recherche l'humidité, et mange à peu près tout ce qui peut se trouver sur son passage, sans manifester de préférence bien nette.

§ 9. — Physiologie

La Sapocrinine. — Pawlow et ses élèves ont démontré qu'il se produit une sécrétion pancréatique abondante quand le contenu acide de l'estomac passe dans le duodénum, et que cette sécrétion est la conséquence du passage de l'acide chlorhydrique, car elle peut être provoquée par l'introduction expérimentale d'acide chlorhydrique dilué dans le duodénum.

Pawlow et ses élèves attribuaient cette action de l'acide chlorhydrique à une excitation provoquée par cet acide au niveau des terminaisons nerveuses contenues dans la muqueuse duodénale et transmises de là par voie réflexe à la glande pancréatique.

Bayliss et Starling ont établi que cette conception de l'Ecole de Pawlow est inexacte, et qu'en réalité il se produit, par l'action de l'acide sur une substance contenue dans la muqueuse duodénale, un corps appelé par eux *sécrétine*, qui, résorbé rapidement, est entraîné par le sang et par lui conduit au contact des cellules pancréatiques, dont il provoque l'activité par excitation directe.

Babkine a démontré que les savons alcalins agissent, comme les acides, pour déterminer la sécrétion pancréatique : introduits dans le duodénum, ils font écouler un flux de suc pancréatique assez abondant. M. C. Fleig a étudié le mécanisme de cette action et établi qu'il présente la plus grande analogie avec le mécanisme de la production et de l'action de la sécrétine.

Si l'on fait macérer dans une solution de savon d'alcali (de 1 à 10 %) un fragment de la muqueuse duodénale, et si l'on injecte la liqueur filtrée dans les veines d'un chien, on provoque un très abondant écoulement de suc pancréatique présentant les propriétés générales du suc de sécrétine. Une macération savonneuse de la muqueuse de la seconde portion de l'intestin grêle ne possède aucune action sécrétoire, quand elle est injectée dans les veines. Une solution de savon alcalin injectée dans les veines ne détermine pas de sécrétion pancréatique.

Ces expériences établissent nettement qu'il se produit, au contact de la muqueuse duodénale et de la solution de savon, une substance que M. Fleig appelle la *sapocrinine*, — la sécrétine devenant pour lui l'oxycrinine, — substance qui, résorbée dans l'intestin grêle, et passant dans le sang, détermine l'activité du pancréas.

Les mêmes conclusions résultent des faits suivants : Si, sur l'animal vivant, on introduit une solution de savon alcalin dans une anse des parties supérieures de l'intestin grêle et si, après quelque temps, on l'en retire pour l'injecter dans les veines d'un autre animal, on provoque, chez ce dernier, une sécrétion pancréatique. — Il y a plus : si, ayant introduit la solution de savon dans une anse intestinale voisine du duodénum, on recueille le sang veineux par incision d'une veine provenant de la région intestinale considérée, ce sang possède la propriété de provoquer une sécrétion pancréatique chez un animal la recevant en injection intraveineuse.

C'est donc après avoir pénétré dans le sang que la sapocrinine agit sur le pancréas. Par quel mécanisme agit-elle; en quel point de l'organisme se produit l'excitation première qui a pour conséquence ultime la sécrétion pancréatique? Plusieurs hypothèses se présentent, dont M. Fleig fait la critique.

A la suite d'une injection de sapocrinine, il se produit toujours un abaissement considérable de la pression sanguine (on sait que cet abaissement a été observé toujours à la suite de l'injection intraveineuse de savons, d'oxalates alcalins, en général de sels décalcifiants), et un abondant écoulement de lymphe par le canal thoracique. On ne saurait voir dans ces deux phénomènes physiologiques la cause de la sécrétion pancréatique, car on peut les provoquer par divers moyens (injection de savons, injection de macérations de la muqueuse des dernières portions de l'intestin grêle, etc.) sans déterminer le moindre écoulement de suc pancréatique.

L'action de la sapocrinine est donc essentiellement sécrétoire.

L'action sécrétoire paraît s'exercer directement sur les cellules pancréatiques, et non par voie réflexe; on en a pour preuves les deux ordres de faits suivants : 1° la sapocrinine injectée dans les veines détermine une abondante sécrétion pancréatique chez l'animal à pancréas totalement énervé; 2° l'action sécrétoire de la sapocrinine est plus énergique quand elle est injectée dans une artériole se rendant au pancréas que quand elle est injectée dans un autre vaisseau quelconque de l'économie.

En résumé, l'action de la sapocrinine paraît calquée sur celle de la sécrétine, puisqu'elle est, comme celle-ci, de nature sécrétoire et qu'elle se traduit par une excitation intrapancréatique portant probablement sur les éléments sécréteurs.

Vivisection et antivivisection. — Il vient de se plaider à Londres un procès qui a fait grand bruit dans le monde médical et qui a provoqué dans la presse des discussions passionnées.

Voici les faits : Le docteur Bayliss, professeur au London University College, poursuivait pour diffamation M. Stephen Coleridge, secrétaire de la Ligue antivivisectionniste. M. Coleridge, au meeting de la Ligue, avait accusé le docteur Bayliss de faire souffrir les chiens soumis aux expériences physiologiques, et cela sur le témoignage de deux dames suédoises qui avaient assisté aux cours du professeur. Il s'agissait d'une trachéotomie pour laquelle la morphine avait été employée, et cet anesthésique, au dire des témoins, aurait été insuffisant.

Après de longues plaidoiries scientifiques et un défilé imposant de témoins, le jury a condamné M. Coleridge à 50.000 francs de dommages-intérêts. Cet arrêt a été considéré comme une importante victoire par les savants s'occupant de Physiologie.

§ 10. — Sciences médicales

Nouvelle Convention sanitaire internationale. — Une nouvelle Convention sanitaire internationale a été signée le 3 décembre dernier[1]. L'Assemblée, composée de délégués des différents pays, s'est d'abord occupée de classifier les navires en infectés, suspects ou indemnes, et elle a réduit le délai de contamination de douze à sept jours. Elle a successivement étudié ensuite les mesures spéciales aux pays hors d'Europe (mer Rouge, canal de Suez, golfe

[1] *Semaine Médicale*, Paris, 9 décembre 1903.

Persique), et les règlements relatifs à la surveillance sanitaire des pèlerinages aux lieux saints et les pénalités à appliquer aux capitaines qui, en transportant des pèlerins, contreviendraient aux prescriptions de la Convention. Il faut retenir encore la recommandation faite aux pays intéressés de modifier leurs règlements sanitaires de manière à les mettre en rapport avec les données actuelles de la science, notamment en ce qui regarde la transmission de la fièvre jaune par les moustiques, et de la peste par les rats. Enfin, les délégués ont décidé la création à Paris d'un Office sanitaire international, destiné à recevoir et à transmettre les renseignements sanitaires intéressant les pays qui ont adhéré à la Convention.

Parmi les vingt-six pays (Egypte comprise) qui s'étaient fait représenter, vingt-deux ont signé cette nouvelle Convention. Les délégués du Danemark, de la Suède et de la Norvège l'ont acceptée, sous la réserve de l'acceptation définitive de leurs Gouvernements, et ceux de la Turquie ont déclaré, comme toujours d'ailleurs, qu'ils ne pouvaient accepter que celles des résolutions de la Conférence qui se concilieraient avec les dispositions des règlements sanitaires de leur pays; mais la Conférence a, cette fois, prévu le cas, et elle a pris une résolution invitant tous les Gouvernements signataires à intervenir auprès de la Porte pour obtenir son acceptation, indispensable au bon fonctionnement des nouveaux règlements sanitaires.

Le Lazaret du Frioul. — Dans la séance de l'Académie de Médecine du 8 décembre, M. le Dr A. Josias a prononcé un sévère réquisitoire contre le Lazaret du Frioul; mais il l'a fait certainement en termes trop mesurés, trop académiques. Ce qu'il faut retenir, c'est que cet établissement est une honte pour la France, et il importe de se souvenir des justes doléances jusqu'à présent inutilement exprimées par MM. Bucquoy[1], Teissier et Lortet. Au Lazaret du Frioul, les voyageurs n'ont ni linge, ni savon, ni bougies, et leurs chambres ne peuvent même pas être chauffées; on leur donne, comme aliments, des conserves avariées; comme boissons, de l'eau sale et du lait impur. Il est impossible de ne pas être indigné lorsque M. Teissier nous apprend que l'Administration est tenue à fournir une indemnité à l'hôtelier, en cas de quarantaine insuffisamment fructueuse, et nous signale les abus et les vexations qui en résultent.

Quant à l'hôpital Ratonneau, destiné aux malades atteints de la peste, de la fièvre jaune ou du choléra, il suffit, pour le juger, de citer les paroles mêmes de M. Josias : « Il vous est impossible, dit-il, de vous représenter un hôpital aussi délabré et aussi abandonné, sans aucune cheminée, sans le moindre appareil de chauffage. Il n'est nullement aménagé et ne renferme ni water-closets, ni pharmacie, ni instruments; en un mot, il n'y a rien, rien; ce n'est pas un hôpital, c'est une ruine. »

On se demande vraiment pourquoi notre Gouvernement entretient à grands frais un inspecteur général des services sanitaires; nous devons souhaiter, dans tous les cas, que les plaintes justement motivées de MM. Bucquoy, Teissier et Lortet soient entendues en haut lieu et que le Rapport de M. Josias décide les Pouvoirs publics à apporter les améliorations indispensables à l'installation et au fonctionnement du Lazaret du Frioul, qui représente, en France, la barrière à peu près unique destinée à nous protéger contre les infections venant de l'Orient.

Lutte contre la tuberculose. — La Commission parlementaire de l'Hygiène publique a chargé une délégation d'aller, à l'Etranger, étudier sur place l'organisation et le fonctionnement des sanatoria antituberculeux et des moyens employés pour l'hygiène des eaux et de l'alimentation à Liége, Aix-la-Chapelle, Dusseldorf, Cologne, Hambourg, Berlin, Dresde, Leipzig, Francfort et Strasbourg. MM. les Drs Dubois et Meslier et M. Labussière ont été chargés respectivement des Rapports sur la tuberculose, sur l'alimentation et sur les eaux. Il faut espérer que cette Commission nous rapportera de son voyage des réformes qui semblent indispensables pour obtenir l'hygiène de l'alimentation et des eaux. Quant à la question de la tuberculose, nous craignons bien que ce voyage ne soit guère utile aux milliers de tuberculeux français. Les sanatoria ont eu leur moment de fortune, à la suite de la campagne menée avec éclat par le Professeur Panwitz, de Berlin; mais il faut relire l'article éloquent que le Professeur Grancher a consacré à cette question dans le *Bulletin médical*; du 7 mars 1903, et bien réfléchir à la portée de cette phrase, qu'il a fait imprimer en italique : « La conception allemande du sanatorium pour ouvriers et de son rôle primordial dans la phtisiothérapie sociale est fondée sur une erreur médicale. On ne guérit pas la tuberculose pulmonaire en trois mois : voilà le fait qui domine tout ».

La « Tuberculosis aid and education Association ». — Il vient de se fonder en Amérique, à Cambridge (Massachussetts), une œuvre dont le but est particulièrement louable : elle s'appelle la « Tuberculosis aid and education Association ». Cette œuvre cherche à aider et à secourir les tuberculeux par toutes sortes de moyens. Non seulement elle leur donne des indications utiles pour se soigner en leur en fournissant la possibilité pécuniaire, non seulement elle fait l'éducation hygiénique des malades et de leur entourage au point de vue des moyens d'antisepsie et de thérapeutique à mettre en pratique, mais encore elle s'occupe de leurs conditions physiques et morales : c'est une belle initiative de philanthropes américains qui donnera certainement, si elle tient ses promesses, des résultats autrement appréciables que la construction d'un dispensaire ou d'un sanatorium (*Medical News*).

A propos de la prophylaxie de la fièvre typhoïde dans l'armée. — On sait que l'Académie de Médecine, dans sa séance du 10 novembre, a adopté les conclusions du Rapport de M. Vallin sur l'alimentation des garnisons en eau potable[1]; on n'a pas assez remarqué que M. le médecin-inspecteur Kelsch, avant le vote, a fait observer avec juste raison qu'il se trouve d'autres causes génératrices de la fièvre typhoïde que la contamination de l'eau; il avait ajouté : « Quand toutes les casernes seront pourvues d'eau de source ou d'appareils stérilisateurs parfaits, on verra certainement beaucoup moins de cas de fièvre typhoïde qu'aujourd'hui, mais il y en aura encore : ils seront dus à des causes qui, pour être moins en vue que la contamination d'eau, ne méritent pas moins d'être prises en considération : tels sont le méphitisme des fosses d'aisances, l'infection du sol souillé par les infiltrations putrides, la mauvaise canalisation et l'engorgement des égouts, les travaux de terrassement entrepris en temps inopportun, les poussières accumulées, enfin et surtout l'encombrement et le surmenage. » Nous ne pouvons que souscrire à ces paroles de M. Kelsch, car l'on sait que la fièvre typhoïde évolue pour ainsi dire spontanément chez les sujets affaiblis par un effort physique ou intellectuel. C'est pourquoi la fièvre typhoïde continuera à sévir dans l'armée au lendemain de certaines marches d'entraînement, malgré l'eau stérilisée. Cependant, il faut reconnaître que ces mesures de prophylaxie réclamées par l'Académie seront d'une grande utilité, notamment dans certaines garnisons de l'Ouest, et qu'elles feront diminuer, dans de fortes proportions, le nombre des typhiques.

[1] M. Bucquoy. Da peste à bord du *Sénégal*; une quarantaine au Frioul. *Rev. gén. des Sc.*, t. XII, p. 956.

[1] Voir les conclusions de ce Rapport dans la *Rev. gén. des Sc.* du 15 novembre 1903, t. XIV, p. 1122.

§ 11. — Enseignement

Conseil Académique et Conseil de l'Université de Paris. — Suivant l'usage introduit l'an dernier, le Conseil Académique a tenu, le 18 décembre, une séance en commun avec le Conseil de l'Université. Cette séance, présidée par M. Liard, a été consacrée tout entière au compte rendu, par les doyens et directeurs, des actes de leurs établissements respectifs qui sont de nature à intéresser à la fois l'enseignement supérieur et l'enseignement secondaire. Ces comptes rendus ont donné lieu à d'intéressantes observations, dont voici les plus importantes :

M. Debove, doyen de la Faculté de Médecine, a constaté une légère diminution du nombre des étudiants en médecine. Il ne faut pas s'en plaindre, car la carrière est encombrée, et il est bon que les jeunes gens soient prévenus, avant d'entrer dans la carrière médicale, des difficultés qu'ils y rencontreront. Il a ensuite appelé l'attention du Conseil sur la nécessité d'un enseignement pratique de l'Hygiène et des prophylaxies spéciales à la jeunesse dans les lycées et les écoles; la santé des élèves, leur moralité et l'avenir même de la nation y sont intéressés.

A la Faculté de Droit, d'après le Rapport de M. Glasson, le nombre des étudiants va chaque année croissant. Il en vient de tous les départements; il est probable qu'avec le baccalauréat unique, le nombre des étudiants en droit s'accroîtra encore davantage, même avec le service militaire de deux ans. Cela pourrait être un bien, car il est bon, dans une démocratie, que le plus grand nombre possible de citoyens aient des connaissances pratiques en droit. Mais il faudrait, à côté des cours de licence et de doctorat, avoir des cours plus élémentaires, à la suite d'une réforme du certificat de capacité en droit.

La communication de M. Croiset, doyen de la Faculté des Lettres, a porté surtout sur l'organisation du travail des étudiants à l'intérieur de la Faculté et sur les baccalauréats. L'introduction de professeurs de lycées dans les jurys n'a rien modifié à la proportion des candidats reçus et des candidats éliminés.

M. Appell, doyen de la Faculté des Sciences, a parlé des enseignements nouveaux de la Faculté des Sciences, où l'on se préoccupe de plus en plus d'unir la pratique à la théorie.

A l'Ecole Supérieure de Pharmacie, M. Guignard, directeur, a dit que le nombre des étudiants a diminué. Ce n'est pas seulement le fait de la suppression des pharmaciens de 2e classe, mais surtout du nombre excessif des pharmaciens exerçant en France.

M. Henrot, directeur de l'Ecole de Médecine et de Pharmacie de Reims, a fait connaître que cette Ecole est en prospérité croissante.

A propos du baccalauréat, M. Liard a fait d'intéressantes remarques. Il a rappelé que cette année, pour la première fois, des professeurs de l'enseignement secondaire ont siégé dans les jurys. Il a pensé qu'il y aurait intérêt à recueillir leurs observations et leurs impressions, non seulement sur les examens en eux-mêmes, mais surtout sur les tendances et les directions qu'ils peuvent révéler dans l'enseignement secondaire en général, sans distinction de caractère public ou privé des établissements. Les réponses des professeurs constituent un document intéressant et instructif, qui est une sorte de tableau de l'enseignement secondaire ou du baccalauréat par des professeurs de l'enseignement secondaire. M. le Vice-Recteur a fait connaître au Conseil les plus significatives de ces réponses, notamment pour la Philosophie, les Lettres, l'Histoire et les Sciences. Toutes ces réponses concordent en ceci que, sauf exception, les études de toutes sortes semblent faire appel plus à la mémoire qu'aux facultés d'observation, de réflexion et de jugement.

Un laboratoire de Physiologie appliquée. — Le temps n'est plus aux seules recherches d'ordre spéculatif : hier, l'industrie s'emparait des laboratoires de Physique et de Chimie et en tirait des éléments de rénovation et de développement qui lui donnent actuellement un essor qu'elle n'a jamais connu. D'un autre côté, nous voyons les Sociétés philanthropiques, aux Etats-Unis, s'orienter dans une nouvelle direction : elles ont pensé, avec juste raison, que les laboratoires de Biologie doivent jouer, d'une façon analogue, un rôle immédiat et intense dans la solution des problèmes de la vie, qu'il leur appartenait d'étudier, de critiquer et de codifier les conditions d'existence des individus et des collectivités.

Les Pouvoirs publics, en France, ne pouvaient pas rester étrangers à ce mouvement, et le premier pas vient d'être fait par le Conseil municipal de Paris, qui a adopté, sur la proposition de M. Bussat, un projet de création d'un laboratoire de *Physiologie appliquée*. La voie est ouverte, et demain le physiologiste placé à la tête de ce laboratoire se trouvera en face d'un vaste programme de recherches déjà clairement tracé dans le remarquable projet de M. Bussat : question de ration alimentaire; valeur respective des différentes substances alimentaires; travail musculaire; intoxication alimentaire, intoxication gazeuse, etc.

Ne pouvant songer à retirer profit à très brève échéance de recherches dont quelques-unes seront de longue haleine, l'auteur du projet a pensé à mettre immédiatement en valeur les données physiologiques déjà acquises en demandant au directeur du nouveau laboratoire de les exposer dans des conférences destinées aux élèves des Ecoles professionnelles et des Ecoles normales de la Ville de Paris. Ainsi propagées, les notions capitales de Physiologie appliquée à l'Hygiène rendront, à n'en pas douter, les plus signalés services. C'est donc d'une œuvre à double fin, et de la plus haute importance, que la Ville de Paris prend l'initiative en créant un *laboratoire de Physiologie appliquée*.

Une Chaire de Physique générale à la Sorbonne. — Le ministre de l'Instruction publique vient de déposer sur le bureau de la Chambre un projet de loi portant création à la Faculté des Sciences de Paris d'une Chaire de Physique générale. Cette Chaire est destinée à M. Curie. Le vote de ce projet donnerait pleine et entière satisfaction aux désiderata que nous formulions dans notre précédent numéro (*Revue* du 30 décembre, p. 1240).

Conférences de la Société des Amis de l'Université. — Les Conférences faites à la Sorbonne sous le patronage de la Société des Amis de l'Université sont définitivement organisées ainsi qu'il suit :

14 janvier 1904. M. D. Berthelot (Pharmacie) : Transport et distribution de la force par l'électricité.

21 janvier 1904. M. Revon (Lettres) : Le Japon moderne.

28 janvier 1904. S. A. le prince de Monaco : Les progrès de l'Océanographie.

4 février 1904. M. Portier (Sciences) : Les migrations de la sardine et la crise sardinière.

11 février 1904. M. A. Lods (Théologie protestante) : Les Hébreux croyaient-ils à la vie future ?

18 février 1904. M. P. Curie (Sciences) : Le radium.

25 février 1904. M. Renault (Droit) : Un cas d'arbitrage devant le tribunal de La Haye.

3 mars 1904. M. Thoulet (Sciences, Nancy) : Les lois physiques de l'Océan et leurs relations avec les êtres qui l'habitent.

17 mars 1904. M. Dieulafoy (Médecine) : Nos moyens de défense contre l'appendicite.

24 mars 1904. M. Richet (Médecine) : L'asphyxie.

LE RADIUM ET LA RADIO-ACTIVITÉ

PREMIÈRE PARTIE : LA PRÉPARATION DU RADIUM ET SON RAYONNEMENT

Les phénomènes de radio-activité et la découverte du polonium ont déjà fait l'objet d'un important article de Mme Curie dans cette *Revue*[1]. Cet article, publié au moment même de la découverte du radium, indiquait déjà la nature du problème si passionnant posé par l'existence des éléments radio-actifs. Depuis cette époque, un mouvement scientifique considérable s'est créé, grâce à la découverte du radium et grâce à la production de matières fortement radio-actives.

L'étrangeté des phénomènes observés excite de plus en plus la curiosité du monde scientifique et même celle du grand public. De nombreux chercheurs s'en occupent aujourd'hui, et, parmi ceux qui ont fait avancer le plus l'étude de la radio-activité, en dehors des savants français à qui l'on doit la découverte des substances radio-actives et de phénomènes très importants relatifs à la radio-activité, nous pouvons citer : en Angleterre, MM. J.-J. Thomson, Sir William Ramsay, Dewar, Crookes et Soddy ; en Amérique, M. Rutherford ; en Allemagne, MM. Elster et Geitel, Giesel, Kaufmann et Des Coudres. La bibliographie du sujet est maintenant considérable, et les faits nouveaux se succèdent rapidement; aussi est-il impossible de se faire en ce moment une idée exacte du développement que prendra cette question. J'indiquerai seulement, dans cet article, les principaux faits qui sont définitivement acquis et je discuterai les hypothèses qui peuvent guider actuellement les recherches.

I. — Premières recherches.

Les premiers phénomènes de radio-activité ont été découverts par M. H. Becquerel en 1896. Ce savant montra alors que l'uranium et ses composés émettent *spontanément et d'une façon continue* des rayons capables d'impressionner la plaque photographique, d'ioniser les gaz pour les rendre conducteurs de l'électricité, de traverser des corps opaques. Mme Curie, en France, et M. Schmidt, en Allemagne, trouvèrent simultanément, en 1898, que les composés du thorium possèdent également ces propriétés.

Mme Curie établit ensuite nettement que cette propriété nouvelle de la matière, que nous appellerons la *radio-activité*, est une propriété atomique, c'est-à-dire qu'elle appartient à tous les composés d'un même élément, et que l'intensité du rayonnement, mesurée exactement par une méthode électrique dans les composés d'uranium et de thorium, est proportionnelle à la quantité d'élément, uranium ou thorium, contenue dans le composé. Elle montra également que la radio-activité de certains minéraux contenant de l'uranium (pechblende, chalcolite, etc.) est plus grande que celle de l'uranium métallique, et qu'au contraire la chalcolite, reproduite artificiellement à partir de l'uranium pur, est moins active que celui-ci. C'est cette observation qui a conduit à la découverte des nouvelles substances radio-actives.

M. et Mme Curie retirèrent alors de la pechblende des substances fortement radio-actives : d'abord, une matière chimiquement analogue au bismuth ; puis, en collaboration avec M. Bémont, une autre matière chimiquement analogue au baryum. S'appuyant sur ce fait que la radio-activité est une propriété atomique, ils émirent en même temps l'hypothèse que, lorsqu'une substance est radio-active, elle contient un élément particulier qui lui communique cette propriété. Comme la nouvelle substance analogue au bismuth ne contenait ni uranium ni thorium; comme, de plus, sa radio-activité était beaucoup plus forte que celle de ces éléments, ils supposèrent qu'elle contenait un nouvel élément radio-actif, qu'ils nommèrent *Polonium*, et ils donnèrent le nom de *Radium* à l'élément contenu dans la substance radio-active analogue au baryum.

Ces matières furent ensuite préparées à un état très concentré; les effets devinrent très intenses, et des phénomènes très curieux furent découverts.

La radio-activité, cette forme particulière de l'énergie, se dégage continuellement des corps radio-actifs sans qu'on puisse déterminer la cause de ce dégagement d'énergie ; certains composés sont spontanément lumineux et restent lumineux un temps considérable, plusieurs années; des effets de coloration sont produits sur un très grand nombre de corps : verre, porcelaine, sels alcalins, etc.

Enfin, le regretté Eugène Demarçay[1] examina les sels de baryum radifères au spectroscope photographique et constata l'existence de raies nouvelles. Il

[1] Mme S. Curie : Les Rayons de Becquerel et le Polonium. *Revue gén. des Sciences* du 30 janvier 1899, t. X, p. 41 et suivantes.

[1] E. Demarçay : Le Spectre du Radium. *Revue gén. des Sciences* du 30 septembre 1900, t. XI, p. 1044.

justifia ainsi l'hypothèse émise primitivement que ces matières renferment de nouveaux éléments.

Tels sont rapidement résumés les faits qui ont été signalés précédemment dans cette *Revue*.

La question s'est développée ensuite très rapidement. L'existence du radium comme nouvel élément chimique étant complètement démontrée, des sels de radium purs furent préparés et de nouvelles substances radio-actives furent découvertes. L'extraordinaire intensité radiante de ces substances (elle peut atteindre un million de fois celle de l'uranium) permit une étude approfondie des divers rayonnements qu'elles émettent, et cette étude est venue préciser d'une manière très heureuse les hypothèses faites sur la nature des rayons cathodiques. Enfin, de nouveaux phénomènes ont été découverts; quelques-uns paraissent tellement différents de ce que nous connaissions jusqu'à présent, qu'on peut dire qu'une voie entièrement nouvelle et probablement d'une importance capitale est ouverte aux recherches scientifiques.

II. — L'ÉLÉMENT RADIUM.

J'indiquerai d'abord les expériences qui établissent l'individualité du radium comme élément chimique.

On sait que les nouvelles matières radio-actives ont été retirées jusqu'ici des minéraux d'urane (pechblende, carnotite, etc.), qui les contiennent en proportion extraordinairement petite, et que l'extraction de ces corps présente de grandes difficultés. Cependant, on suit très facilement leur présence dans les différents traitements chimiques, grâce à leurs curieuses propriétés, et l'on peut avoir une mesure de leur concentration dans un produit en déterminant l'effet de conductibilité électrique sur les gaz, ou l'effet photographique. Ce dernier effet est, d'ailleurs, peu susceptible de mesure exacte. Une organisation sérieuse de mesures de ce genre est absolument indispensable pour suivre l'effet des différents traitements chimiques et pour être sûr de ne pas perdre une partie des matières radio-actives. L'unité de mesure qui a servi à M. et Mme Curie est la radio-activité de l'uranium métallique. Il serait à souhaiter que les auteurs qui s'occupent de cette question prissent la peine de comparer l'activité de leurs produits avec cette unité; cela éviterait beaucoup d'incertitudes et de confusion.

Le radium a été obtenu jusqu'ici presque exclusivement à partir des résidus insolubles du traitement de la pechblende de Joachimstahl. Une première opération consiste à séparer tout le baryum contenu dans ce produit, lequel est un mélange compliqué, renfermant surtout des sulfates de plomb, de chaux, des oxydes d'aluminium, de fer, de la silice et, en faible quantité, presque tous les éléments métalliques connus. Le baryum que l'on extrait de ce minerai par des méthodes basées sur ses propriétés chimiques contient tout le radium : mais celui-ci est encore à un état extrêmement dilué, puisque l'activité de ce baryum radifère est seulement 60 à 100 fois celle de l'uranium. La séparation du radium, ainsi noyé dans une grande quantité de baryum, s'effectue au moyen de cristallisations fractionnées dans l'eau ou en solutions acides, à l'état de chlorure ou mieux à l'état de bromure. Les portions les moins solubles sont les plus riches en radium.

Toutes ces opérations constituent un travail considérable, et ce n'est qu'après plusieurs années, en opérant sur d'énormes quantités de matières premières, qu'on est arrivé à l'obtention d'un sel pur. On peut compter que deux décigrammes de chlorure de radium pur proviennent du traitement de 1.000 kilogs de résidus, ce qui correspond à une quantité encore plus grande de pechblende. Le travail de l'isolement du radium est très pénible et coûteux, et la dépense est le plus grand obstacle à la rapidité des recherches. La concentration du radium est constatée par l'augmentation de l'intensité du rayonnement, et, dans les derniers fractionnements, on peut obtenir une matière dont la radio-activité est environ un million de fois plus grande que celle de l'uranium.

A l'hypothèse d'un nouvel élément chimique un premier appui fut apporté par le fait qu'il s'opérait une concentration par cristallisation fractionnée, ce qui implique une différence de solubilité entre les sels radio-actifs et les sels non radio-actifs. Mais bientôt des preuves certaines de l'individualité chimique du radium furent trouvées. Demarçay fit l'examen spectral photographique des produits radio-actifs au fur et à mesure de leur concentration et il trouva bientôt un nouveau spectre. D'abord, on vit une seule ligne nouvelle; puis un spectre très brillant, entièrement nouveau, se montra à côté de celui du baryum. L'intensité des nouvelles raies allait en croissant à mesure que l'activité du produit augmentait; à la fin, les raies les plus intenses du baryum avaient presque complètement disparu. On avait donc un élément chimique nouveau, en partie caractérisé par ce nouveau spectre[1].

Une autre vérification importante fut faite simultanément par la détermination des poids atomiques des produits du fractionnement. Cette détermination, qui peut être très précise lorsqu'on prend quelques précautions, fut essayée dans toutes les portions très

[1] Ce spectre a déjà été donné par la *Revue*, t. XI, p. 1045.

actives ; à mesure que le travail de concentration s'effectuait, on constatait une augmentation de plus en plus notable dans le poids atomique, et les différences avec le poids atomique du baryum (137) furent bientôt si grandes qu'il devint absolument certain qu'un nouvel élément à poids atomique élevé était contenu dans les sels de baryum fortement radio-actifs.

L'augmentation de la radio-activité correspond toujours à une augmentation de l'éclat du nouveau spectre et à une augmentation du poids atomique. L'hypothèse émise par M. et Mme Curie au début de leurs recherches, que la radio-activité des substances extraites de la pechblende est due à de nouveaux éléments chimiques, se trouve donc complètement vérifiée pour l'une de ces substances.

Les fractionnements furent continués avec persévérance et l'on obtint du chlorure de radium pur. La pureté de ce sel peut être reconnue par l'examen spectral. La seule impureté qui accompagne le radium étant le baryum, et la réaction spectrale de cet élément étant extrêmement sensible, il est très facile de savoir si le sel de radium en contient des quantités appréciables. Lorsque l'examen spectral eût montré que le baryum n'était plus présent qu'à l'état de traces, le poids atomique fut déterminé soigneusement. La masse du chlorure de radium pur obtenu à ce moment était seulement de un décigramme. Malgré cette faible quantité de matière, on put s'assurer, par des mesures comparatives faites avec des quantités identiques de chlorure de baryum, que la mesure comportait une précision assez grande. La moyenne des résultats obtenus fut de 225, valeur très éloignée, comme on le voit, du poids atomique du baryum (137). Une indication nouvelle de la pureté du sel employé fut apportée par ce fait que des déterminations effectuées après de nouvelles cristallisations donnèrent le même résultat. Le nombre 225 doit donc représenter le poids atomique du radium avec une assez grande précision, et Mme Curie, qui fit cette détermination, pense que l'erreur possible ne doit pas être supérieure à une ou deux unités[1].

Ainsi fut obtenu, après plusieurs années de travail, un sel pur d'un élément dont l'existence, révélée par des propriétés entièrement nouvelles, fut d'abord soupçonnée par M. et Mme Curie dans un minéral, la pechblende, qui en renfermait seulement la cinq millionième partie de son poids.

Le nouvel élément, complètement caractérisé, se place naturellement à la suite du baryum parmi les métaux alcalino-terreux, et son poids atomique, 225, le range au-dessous du baryum dans une case non encore remplie d'une colonne de la table de Mendéléeff.

Ses propriétés chimiques le rapprochent complètement du baryum. Ses sels sont généralement moins solubles que ceux du baryum, et sont isomorphes avec eux ; la différence de solubilité est la plus nette pour les bromures ; les azotates semblent avoir sensiblement la même solubilité ; le sulfate et le carbonate sont insolubles ; ce dernier est légèrement soluble dans les sels ammoniacaux. Tous les sels radifères sont lumineux ; la luminosité est la plus intense avec le platino-cyanure, le bromure et le chlorure.

Les effets de radio-activité provoqués par les sels purs de radium sont extraordinairement intenses. Ils excitent fortement la phosphorescence d'un très grand nombre de substances : platino-cyanure de baryum, de potassium, sulfate d'uranyle et de potasse, sulfure de zinc phosphorescent, sulfure de calcium, pierres précieuses, rubis, diamant, verre, etc. Naturellement, les effets électriques et photographiques sont de même ordre.

Nous examinerons maintenant les différents phénomènes physiques provoqués par le radium. L'étude de ces phénomènes fut poursuivie simultanément de divers côtés, grâce à l'obligeance de M. et Mme Curie, qui prêtèrent complaisamment leurs produits les plus actifs à plusieurs savants, grâce aussi à la mise en vente dans le commerce de composés radifères.

III. — Le rayonnement du radium.

Les différents travaux sur le rayonnement des sels de radium ont montré qu'à côté de la lumière et de la chaleur dégagées par ces sels, on peut distinguer trois espèces de rayons, dont les propriétés communes sont les suivantes :

1° Ils rendent les gaz capables de décharger les corps électrisés, et ce phénomène est identique à celui que provoquent les rayons cathodiques ou les rayons de Rœntgen ; il est dû à la création de charges électriques égales et de signes contraires

[1] MM. Runge et Precht ont, postérieurement, essayé une détermination du poids atomique du radium en se basant sur la comparaison de certaines lignes de son spectre avec celles des spectres des éléments de la même famille : Ba, Sr, Ca, Mg, Zn ; cette étude les conduisit au nombre 257 pour le poids atomique du radium. Ce nombre ne peut pas être pris en considération devant le précédent, qui fut obtenu par une mesure directe, avec un produit présentant tous les caractères de la pureté, et par une méthode tout à fait précise. On doit également remarquer que la méthode de MM. Runge et Precht, fondée sur les relations entre les fréquences de certaines raies spectrales, ne fait intervenir qu'un nombre très restreint des raies du spectre des éléments ; qu'appliquée aux métaux alcalins, elle présente une exception importante quant au potassium, dont le poids atomique ne correspond pas à celui qu'indique la loi, et qu'enfin les propriétés si spéciales du radium peuvent être la cause d'une anomalie dans la disposition de ses raies spectrales.

dans les gaz. On dit que ceux-ci sont ionisés;

2° Ils impressionnent la plaque photographique et traversent certains corps opaques;

3° Ils excitent la phosphorescence de certains corps. Ils ne se réfléchissent pas et ne se réfractent pas.

Ces rayons, primitivement désignés dans leur ensemble sous le nom de rayons de Becquerel, ont été étudiés par M. et Mme Curie, MM. H. Becquerel, Villard, Giesel, Elster et Geitel, Dorn, Meyer, von Schweidler, Rutherford, Kaufmann, Des Coudres, etc.

Les trois groupes de rayons désignés par les lettres α, β et γ sont différenciés facilement par l'action d'un champ magnétique.

Sous l'action d'un champ magnétique intense, les rayons α sont faiblement déviés, de la même manière que les *rayons-canaux* de l'ampoule de Crookes; les rayons β sont fortement déviés, comme les rayons cathodiques; au contraire, les rayons γ, comme les rayons de Rœntgen, ne subissent aucune déviation. On retrouve, d'ailleurs, les autres propriétés des différents rayonnements qui ont été caractérisés dans le tube à vide, et il est naturel de penser que le mode d'excitation est également de nature électrique.

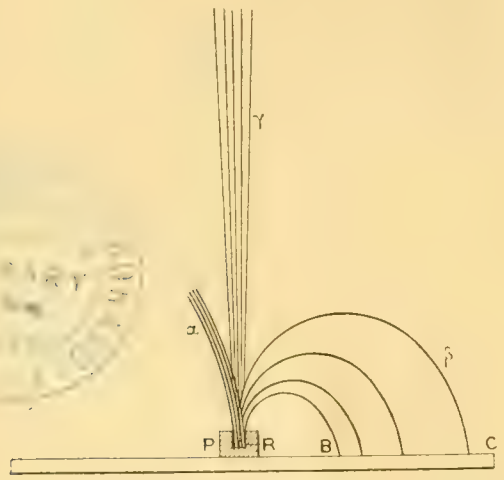


Fig. 1. — *Action du champ magnétique sur l'ensemble des rayons de Becquerel.* — Les lignes de force du champ sont normales au plan de la figure et dirigées vers l'arrière de ce plan : α, rayons chargés positivement, analogues aux rayons-canaux de Goldstein; β, rayons chargés négativement, analogues aux rayons cathodiques; γ, rayons non chargés, analogues aux rayons Röntgen.

L'action du champ magnétique peut être représentée schématiquement par la figure 1. Le radium étant placé au fond d'une petite cuve de plomb très profonde, il s'échappe de l'ouverture de la cuve des rayons formant un faisceau rectiligne. Si l'on établit un champ magnétique intense et uniforme, normal au plan de la figure et dirigé vers l'arrière de ce plan, les rayons α sont faiblement déviés vers la gauche, les rayons β sont fortement déviés vers la droite et suivent des trajectoires circulaires, les rayons γ gardent leur direction primitive. Ces trois groupes de rayons peuvent être également caractérisés par des différences de pénétration.

§ 1. — Rayons α.

Les rayons α sont les moins pénétrants; ils constituent une partie importante de l'énergie rayonnante totale émanant du radium. Une feuille d'aluminium de quelques centièmes de millimètre d'épaisseur suffit pour absorber la plus grande partie du rayonnement α.

Ces rayons, caractérisés d'abord par leur faible pénétration et par une loi particulière d'absorption, ont été considérés longtemps comme non déviables dans un champ magnétique. C'est M. Rutherford qui, le premier, en montra la déviation; elle est très faible, même avec un champ magnétique intense. M. Becquerel a pu, cependant, déterminer la valeur de cette déviation par une méthode photographique analogue à celle qu'il avait déjà employée pour les rayons β. Les rayons α sont également déviés dans un champ électrique, et cette déviation a été mesurée par M. Des Coudres. L'existence de ces deux déviations et leur sens permettent de considérer les rayons α comme des projectiles chargés positivement et animés d'une grande vitesse. Ces projectiles, d'après les mesures de M. Des Coudres, auraient une masse beaucoup plus grande que celle des projectiles cathodiques.

Les rayons α suivent une loi particulière d'absorption : ils sont d'autant moins pénétrants qu'ils ont traversé une quantité plus grande de matière; c'est le contraire qui a lieu pour les rayons de Röntgen. Cette loi d'absorption correspond à une diminution d'énergie cinétique du projectile à mesure qu'il rencontre plus de matière.

Lorsqu'un sel de radium est enfermé dans un tube de verre scellé, l'effet des rayons α ne se fait pas sentir à l'extérieur; à l'air libre, à la pression ordinaire, ces rayons ne produisent plus d'action à une distance du sel supérieure à 5 ou 6 centimètres.

Il est probable que c'est la charge positive de ces rayons peu pénétrants qui produit, au moins en partie, l'électrisation du radium enfermé dans un vase qui se laisse traverser par les rayons β. Cette électrisation du radium a été constatée pour la première fois par M. et Mme Curie, dans des expériences qui seront décrites plus loin, et les expériences récentes de M. Wien n'ont fait que confirmer leurs résultats.

La charge positive des rayons α permet de les considérer comme analogues aux rayons-canaux de Goldstein, produits dans le tube de Crookes;

mais ils sont beaucoup plus pénétrants, ce qui doit indiquer une vitesse plus grande des particules chargées positivement.

§ 2. — **Rayons β.**

Ces rayons sont, en général, beaucoup plus pénétrants que les rayons α; ils sont composés par une infinité de rayons de pénétrations différentes, et certains d'entre eux peuvent traverser une lame de plomb de 1 millimètre d'épaisseur ou une colonne d'air de plusieurs mètres de longueur. Ils sont de même nature que les rayons cathodiques et peuvent être considérés comme des particules chargées négativement (électrons) et animées de grandes vitesses.

La propriété qui permet de les rapprocher des rayons cathodiques, et qui a été d'abord découverte, est la déviation par un champ magnétique. Elle a été constatée presque simultanément par MM. Giesel, Meyer et von Schweidler et M. H. Becquerel. Elle peut être observée par l'un des trois procédés qui permettent de caractériser les rayons Becquerel.

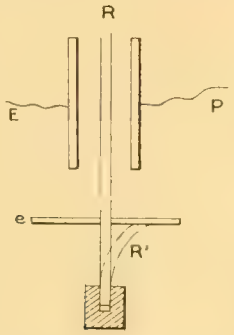


Fig. 2. — *Déviation magnétique des rayons β.* — Le faisceau de rayons R provenant du radium passe entre les plateaux d'un condensateur: l'un de ces plateaux est porté à un certain potentiel, par une batterie de pile P; l'autre est en communication avec l'électromètre E, et on mesure le courant provoqué par le passage des rayons. Lorsqu'on établit un champ magnétique normal au plan de la figure, les rayons β sont déviés en R', et interceptés par l'écran métallique *e*. Le courant mesuré à l'électromètre diminue.

Si l'on emploie la méthode électrique, l'expérience peut être disposée de la manière suivante (fig. 2) : Un faisceau de rayons R, provenant d'un fragment d'un sel de radium, et nettement défini par un trou étroit percé dans un écran métallique *e*, passe entre les deux plateaux d'un condensateur. On établit une différence de potentiel entre les deux lames, et l'ionisation du gaz, provoquée par le faisceau de rayons, détermine un courant dont on mesure l'intensité à l'aide d'un électromètre. Si, sur le passage des rayons et perpendiculairement au plan de la figure, on établit un champ magnétique, l'intensité du courant diminue : une partie des rayons a été déviée sous l'influence du champ, et les rayons déviés R' ont été interceptés par l'écran.

Lorsqu'un écran au platinocyanure de baryum est placé sur le trajet des rayons, on observe une tache lumineuse qui se déplace lorsqu'on établit un champ magnétique ; ce déplacement change de sens quand on renverse le champ magnétique.

Le procédé photographique, employé par M. Becquerel, permet d'observer la déviation d'une façon précise et de déterminer les trajectoires des rayons déviés. Si les rayons β sont bien constitués par des particules chargées négativement, le calcul montre qu'un champ magnétique uniforme, perpendiculaire à leur direction, doit transformer la trajectoire rectiligne en une trajectoire circulaire, dont le rayon de courbure ρ est donné par la formule :

$$H\rho = \frac{m}{e} v,$$

où H représente l'intensité du champ magnétique, v la vitesse du projectile cathodique, m sa masse, e sa charge électrique. La mesure du rayon ρ et du champ H correspondant donne donc une première relation entre la vitesse v et le rapport $\frac{e}{m}$.

Dans une des expériences de M. Becquerel, les trajectoires s'inscrivent sur la plaque photographique. Une petite cuve en plomb, contenant un grain de radium, est placée devant un écran métallique percé d'un petit trou; un faisceau très étroit est ainsi défini et peut impressionner une plaque photographique placée dans son plan. Si l'on produit un champ magnétique uniforme perpendiculaire à la plaque, les rayons déviables s'incurvent, et la plaque photographique gardera l'empreinte de leurs trajectoires. Le cliché obtenu montre que les rayons β subissent une véritable dispersion par l'aimant; le faisceau dévié est considérablement étalé à la façon d'un spectre (fig. 1). L'hétérogénéité des rayons β, déjà indiquée par les différences de pénétration, est ainsi mise nettement en évidence.

On peut également constater, en interposant différents écrans, que les rayons les plus pénétrants sont les moins déviables, ce qui correspond bien à une plus grande vitesse. Une autre expérience très simple permet de déterminer les rayons des trajectoires circulaires. Il suffit de mettre la cuve en plomb contenant le radium sur une plaque photographique (fig. 3). En l'absence de champ magnétique, la plaque n'est impressionnée que par les rayons traversant la cuve de plomb. Lorsqu'un champ magnétique suffisamment intense est établi, les rayons déviables s'incurvent et viennent impressionner la plaque à côté de la cuve. On obtient alors une tache qui commence à une certaine distance de la cuve. Les rayons ont suivi les trajectoires circulaires indiquées sur la figure, et il est

facile de mesurer le diamètre de ces trajectoires.

La déviation par un champ électrique, qui est une autre conséquence de la nature des rayons β, a été montrée par MM. Dorn et Becquerel. La valeur de cette déviation fournit une deuxième relation entre le rapport $\frac{e}{m}$ et la vitesse. Elle peut être déterminée de la manière suivante : Un faisceau

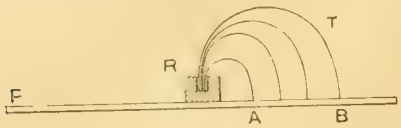


Fig. 3. — *Mesure du rayon de courbure des trajectoires des rayons β dévies par un champ magnétique.* — R, sel de radium; P. plaque photographique. Les rayons β, après déviation, suivent les trajectoires circulaires T, et impressionnent la plaque photographique de A en B.

étroit de rayons passe entre deux lames d'un condensateur. Lorsqu'un champ électrique uniforme est établi entre les deux lames, chaque rayon β est attiré vers la lame chargée positivement et décrit un arc de parabole ; à sa sortie du champ électrique, il suit la direction de la tangente à cette parabole. Le faisceau est reçu sur une plaque photographique normale à sa direction, et l'on détermine la distance entre la tache produite lorsqu'il n'y a pas de

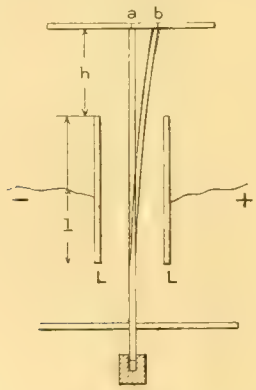


Fig. 4. — *Déviation électrique des rayons β.* — Une différence de potentiel très grande est établie entre les deux lames LL; sous l'influence du champ électrique, le faisceau de rayons β est dévié et, au lieu d'impressionner la plaque photographique en *a*, il l'impressionne en *b*; *ab* représente la déviation δ.

champ électrique et celle qui est produite en présence du champ. L'équation suivante :

$$\delta = \frac{e}{m} \cdot \frac{Fl}{v^2}\left(\frac{l}{2} + h\right)$$

donne la relation qui doit exister entre cette déviation δ, le rapport $\frac{e}{m}$,la vitesse v et l'intensité du champ électrique F; l représente la distance parcourue par le rayon entre les lames du condensateur, h la distance parcourue depuis la limite du champ électrique jusqu'à la plaque.

Cette deuxième relation, combinée avec la relation indiquée précédemment, permet de calculer le rapport $\frac{e}{m}$ et la vitesse v.

Les nombres tirés des expériences de M. Becquerel sont les suivants :

$$\frac{e}{m} = 10^7 \text{ unités C. G. S. électro-magnétiques;}$$
$$v = 1{,}6.10^{10} \text{ centimètres par seconde.}$$

Les nombres ainsi obtenus ne peuvent être qu'approximatifs, car les impressions photographiques sont toujours diffuses, à cause de l'hétérogénéité du faisceau. Les champs électrique et magnétique produisant une dispersion des rayons, qui sont d'autant moins déviés qu'ils ont une vitesse plus grande, il n'est pas possible de déterminer, dans ces expériences, les déviations correspondant aux différentes espèces de rayons.

Le problème a été résolu d'une manière très élégante par M. Kaufmann. Un grain de chlorure de radium pur, formant une source ponctuelle de rayons, est placé devant un écran percé d'un petit trou. Le faisceau très étroit ainsi déterminé passe entre deux lames d'un condensateur et est reçu sur une plaque photographique placée normalement. L'expérience est disposée dans un vase fermé dans lequel on peut faire le vide, ce qui permet de maintenir facilement un champ électrique suffisamment intense entre les lames du condensateur. Tout l'appareil peut être placé dans un solénoïde. On peut donc produire en même temps un champ électrique et un champ magnétique uniformes. Les lignes de force de ces deux champs ayant même direction, le champ électrique produit une déviation parallèle à la direction des lignes de force et le champ magnétique une déviation perpendiculaire à la même direction. Lorsque les champs magnétique et électrique sont établis, chaque partie du faisceau vient donc frapper la plaque photographique en un point déterminé par la valeur de la déviation électrique et celle de la déviation magnétique, et l'ensemble de ces points forme une courbe dont la plaque photographique garde l'impression, et dont chaque point correspond à une espèce particulière de rayons β. Les déviations magnétique et électrique correspondant aux différentes espèces de rayons sont facilement mesurées en déterminant les distances de chacun des points de la courbe aux directions des déviations, menées à partir du point d'origine obtenu par la trace du faisceau sur la plaque photographique lorsqu'il n'y a aucun champ.

Le petit cliché obtenu par M. Kaufmann est très net; les valeurs de $\frac{e}{m}$ et v qui peuvent être déduites des mesures de déviation sur ce cliché sont

assez précises et données par le tableau suivant :

$\frac{e}{m}$ en unités CGS électro-magnétiques.	v en cm. par seconde.
$1,31 \times 10^7$	$2.36.10^{10}$
1,17	2,48
0,97	2,59
0,77	2,72
0,63	2,83

Les nombres obtenus par Simon pour les rayons cathodiques de l'ampoule de Crookes sont : $1,86.10^7$ pour le rapport $\frac{e}{m}$, et $0,7.10^{10}$ pour la vitesse v. Les vitesses des rayons β sont donc plus grandes que celles des rayons cathodiques, ce qu'il était aisé de prévoir, étant données les différences de pénétration.

Les rayons cathodiques ne peuvent, d'après Lénard, traverser une feuille d'aluminium d'une épaisseur plus grande que $\frac{1}{1.000}$ de mm. ; dans l'air, à la pression atmosphérique, ils ne peuvent franchir que quelques millimètres, tandis que certains rayons β traversent une lame de plomb de 1 millimètre d'épaisseur ou une couche d'air de plusieurs mètres. Le tableau qui précède montre également que certains rayons β ont une vitesse voisine de celle de la lumière (3.10^{10} centimètres par seconde).

Le tableau montre en même temps que le rapport $\frac{e}{m}$ de la charge électrique d'un projectile cathodique à sa masse diminue lorsque la vitesse augmente. Ce résultat avait été prévu antérieurement, et les expériences de M. Kaufmann vérifient complètement la théorie si intéressante de M. Abraham, de Göttingen.

Nous allons donner le principe de cette théorie.

On sait que, suivant une théorie émise d'abord par Crookes et développée ensuite par J.-J. Thomson et ses élèves, les rayons cathodiques sont considérés comme des particules matérielles chargées négativement (électrons) et animées de grandes vitesses. Si l'on admet que l'énergie des rayons cathodiques est représentée par la force vive $\left(\frac{1}{2} mv^2\right)$ des particules matérielles en mouvement, on peut calculer l'effet d'un champ électrique et celui d'un champ magnétique, et les formules que nous avons données plus haut sont obtenues par ce procédé. On peut donc, connaissant les déviations, calculer la vitesse des projectiles cathodiques et le rapport $\frac{e}{m}$. Or, il résulte des expériences de MM. J.-J. Thomson et Townsend que la charge e du projectile cathodique est la même que celle des ions dans les gaz et que celle de l'ion hydrogène dans l'électrolyse. Il en résulte donc pour la masse m une valeur bien déterminée. Cette masse calculée ainsi, est deux mille fois plus petite que celle de l'atome d'hydrogène, et toutes les propriétés des rayons cathodiques ordinaires sont bien représentées par une telle conception de la nature de ces rayons.

M. Abraham a envisagé les rayons cathodiques à un autre point de vue : il a considéré l'énergie des rayons cathodiques comme résultant du mouvement dans l'éther de la charge électrique de ces rayons, la vitesse d'une charge électrique ne pouvant être modifiée sans dépense d'énergie. Il trouva par le calcul que, lorsque la vitesse de la charge électrique ne dépasse pas une certaine valeur, l'énergie est sensiblement proportionnelle au carré de la vitesse, c'est-à-dire que le résultat est le même que dans le cas d'une masse matérielle en mouvement. Mais, si la vitesse se rapproche de celle de la lumière, le calcul montre que l'énergie doit augmenter beaucoup plus rapidement que le carré de la vitesse, et qu'elle doit tendre vers l'infini pour une vitesse égale à celle de la lumière. La masse du projectile cathodique est donc d'origine purement électro-magnétique et est essentiellement variable ; elle augmente quand la vitesse augmente et peut théoriquement devenir infinie.

Les expériences de M. Kaufmann, qui montrent qu'en effet le rapport $\frac{e}{m}$ diminue quand la vitesse augmente, confirment pleinement la théorie de M. Abraham, et viennent donner une base solide aux idées de ce savant.

Ces idées peuvent avoir une importance capitale relativement aux hypothèses sur la constitution de la matière. En effet, dans les théories de Lorentz et de Larmor, la matière est considérée comme formée par un système planétaire compliqué d'électrons en mouvement autour d'un centre, et la découverte de Zeeman a été la conséquence de cette théorie. Si les propriétés des électrons en mouvement sont dues simplement à leurs charges électriques, il y a lieu d'envisager l'hypothèse que la matière est de nature entièrement électrique.

Dans les expériences précédentes, la charge électrique des rayons β est révélée seulement par l'influence d'actions extérieures électriques et magnétiques sur la trajectoire des rayons. M. et Mme Curie ont été plus loin : ils ont reçu cette charge sur un conducteur dont l'électrisation a pu être mesurée à l'électromètre. L'expérience, analogue à celle effectuée par M. Perrin pour les rayons cathodiques, est particulièrement délicate, à cause de la faible grandeur de la charge, qui, de plus, est complètement masquée par la forte ionisation provoquée dans les gaz par le rayonnement du radium. Voici le dispositif qui a été employé pour éviter

l'effet de l'ionisation de l'air. Une lame de plomb M, reliée à un électromètre E, est recouverte d'une couche de paraffine *i* sur laquelle est collée une feuille mince d'aluminium L en communication avec le sol (fig. 5). La lame de plomb ne peut donc pas recevoir les charges électriques contenues dans l'air. On place le radium R devant la lame de plomb, et les rayons β assez pénétrants traversent la feuille d'aluminium, la couche de paraffine, et viennent déposer leurs charges négatives sur la lame de plomb. L'électromètre permet de constater

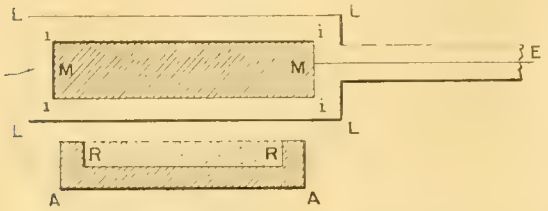


Fig. 5. — *Charge électrique des rayons* β. — Le radium placé en R émet des rayons β, chargés d'électricité négative, qui traversent la lame métallique LL en communication avec la terre, l'isolant *i* et viennent déposer leurs charges sur le bloc métallique M en communication avec l'électromètre E.

l'existence de ces charges et même de mesurer la quantité d'électricité reçue dans un temps donné. Cette quantité est naturellement très faible.

Dans une autre expérience, le radium est placé dans une cuve de plomb A complètement entourée d'un diélectrique solide *i* et d'une feuille métallique mince L en relation avec le sol (fig. 6). La cuve est reliée à l'électromètre. Dans ces conditions, on constate une électrisation positive spontanée de la cuve de plomb. Cette électrisation, qui a d'abord été

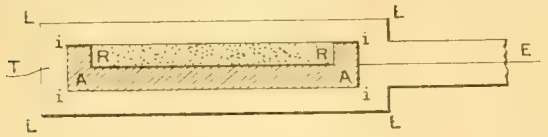


Fig. 6. — *Electrisation du radium.* — Le radium R, placé dans la cuve métallique A en communication avec l'électromètre E, émet des rayons β chargés négativement qui traversent l'isolant *i* et la lame métallique LL en communication avec la terre. Il prend une charge positive qui est mesurée à l'électromètre.

considérée seulement comme le complément nécessaire du départ des charges négatives des rayons β, peut être envisagée aussi comme la conséquence de la faible pénétration des rayons α chargés positivement. Ceux-ci ne peuvent traverser les corps solides, et leurs charges sont recueillies par l'électromètre. Cette électrisation positive est du même ordre de grandeur que l'électrisation négative précédente.

Le radium émet donc spontanément de l'électricité positive et de l'électricité négative sous forme de rayonnements, et, s'il est entouré par une enveloppe isolante qui laisse passer les rayons β négatifs, il va se charger d'électricité positive, et son potentiel augmentera continuellement. Cette électrisation a été constatée d'une manière particulièrement frappante par M. Curie, il y a déjà longtemps, dans les circonstances suivantes : Du radium ayant été enfermé pendant très longtemps dans un tube de verre scellé, le tube de verre fut entaillé à la lime pour être ouvert ; à ce moment une petite étincelle jaillit et perça la paroi de verre. Une telle décharge disruptive correspond à un potentiel intérieur de plus de dix mille volts et à une énergie qui n'est pas négligeable. Dans une autre circonstance semblable, M. Curie ressentit une petite secousse au moment de l'étincelle. Cette observation a été renouvelée récemment par M. Dorn.

Les rayons β, de même nature que les rayons cathodiques de l'ampoule de Crookes, s'en distinguent donc par une grande pénétration, et, malgré l'énergie considérable développée par les décharges électriques dans les tubes à vide, on n'a pas encore réussi à produire des rayons cathodiques de pénétration comparable à celle des rayons β émanant du radium. Si l'on admet que le mouvement des particules chargées des rayons β est dû, comme dans le tube à vide, à l'action d'un champ électrique intense sur ces particules, on doit admettre également que, dans les phénomènes de radio-activité, des champs électriques d'une intensité extraordinairement grande sont mis en œuvre.

§ 3. — Rayons γ.

On a désigné sous ce nom les rayons très pénétrants qui ne subissent aucune déviation sensible dans un champ magnétique ou un champ électrique ; leur pouvoir de pénétration est considérable : ils semblent analogues aux rayons de Rœntgen. Ils ont été découverts par M. Villard. Lorsqu'on a dévié les rayons β par un champ magnétique et absorbé les rayons α par un écran, il ne reste plus que des rayons γ dans le faisceau rectiligne de rayons provenant du radium ; ceux-ci donnent une trace tout à fait nette, mais faible ,sur la plaque photographique. Ils traversent facilement les écrans et ionisent l'air faiblement. Cependant, l'énergie totale de ces rayons est peut-être considérable. En effet, si les effets sur la plaque photographique et sur les gaz sont faibles, cela tient, en grande partie, à la faible absorption subie par ces rayons. Ils semblent, d'après M. Curie, exercer une influence prépondérante pour faciliter le passage de l'étincelle électrique dans les gaz. Si l'on approche le radium de corps électrisés, la décharge disruptive sous forme d'étincelle se produit plus facilement qu'en l'absence du radium. On constate également que, si l'on place un écran métallique

devant le radium, l'effet n'est pas sensiblement diminué, même si l'écran métallique est très épais.

En résumé, les rayons émis par le radium ont tous les caractères de ceux qu'émet l'ampoule de Crookes. Les *rayons* α, chargés positivement, correspondent aux *rayons-canaux* de Goldstein, les *rayons* β aux *rayons cathodiques*, et les *rayons* γ aux rayons de *Rœntgen*.

Les rayons du radium sont seulement plus pénétrants. Tandis que les rayons-canaux ne parcourent dans le vide qu'une distance de quelques centimètres, les rayons α parcourent la même distance dans l'air à la pression atmosphérique. Les rayons cathodiques traversent difficilement une feuille d'aluminium de 4 millièmes de millimètre d'épaisseur, et certains des rayons β du radium traversent une feuille de plomb d'un millimètre. Enfin, si les rayons de Rœntgen peuvent traverser une épaisseur assez grande de certains corps opaques, ils sont complètement arrêtés par une feuille de plomb d'un ou deux millimètres d'épaisseur, tandis qu'on peut constater un effet appréciable des rayons γ à travers une épaisseur de plomb de cinq ou six centimètres.

Le rayonnement du radium est diffusé lorsqu'il rencontre un écran. Cette diffusion se produit, d'après M. Becquerel, surtout avec les rayons β. Lorsque ceux-ci rencontrent un corps solide, à l'entrée et à la sortie du corps solide il y a production de rayons secondaires peu pénétrants, ce qui donne des apparences particulières aux épreuves photographiques. Ces apparences ont été étudiées en détail par M. Becquerel.

IV. — Effets produits par le rayonnement du Radium.

Le rayonnement du radium peut produire des effets de conductibilité électrique, des effets photographiques et des effets de phosphorescence.

§ 1. — Conductibilité électrique.

Les différents rayons du radium qui ont été précédemment étudiés rendent les gaz conducteurs de l'électricité, et cette conductibilité est de même nature que celle qui est produite par les flammes, la décharge disruptive, les rayons de Rœntgen. Elle résulte, dans le cas du radium comme dans les cas précédents, de la formation de centres électrisés positifs et négatifs, qu'on appelle des *ions*; et ces ions ont même charge, même mobilité sous l'influence d'un champ électrique dans tous les cas.

Tous les rayons du radium produisent cette ionisation, et la mesure de l'ionisation a servi jusqu'ici à déterminer l'intensité du rayonnement. Cette interprétation n'est, d'ailleurs, légitime que lorsque la totalité du rayonnement est absorbée par le gaz dont on mesure l'ionisation; lorsque les rayons sont très pénétrants, on ne peut avoir ainsi une mesure exacte de l'intensité du rayonnement. Cette mesure peut se faire en déterminant la vitesse de décharge d'un électroscope chargé, en communication avec un condensateur recevant le rayonnement. On peut également, pour avoir plus de sensibilité, utiliser un électromètre et compenser la décharge du condensateur par une charge déterminée, obtenue par une traction connue exercée sur un quartz piézo-électrique. Cette méthode, indiquée par M. et Mme Curie, est d'un emploi très commode et permet d'obtenir des mesures précises.

M. Curie a montré que les rayons du radium peuvent rendre légèrement conducteurs les liquides diélectriques, tels que l'éther de pétrole, l'huile de vaseline, la benzine, etc. La paraffine solide devient également faiblement conductrice.

§ 2. — Effets photographiques et chimiques.

Les différents rayons du radium impressionnent la plaque photographique, et cette propriété a été très utile pour révéler certains phénomènes. Certains rayons traversant facilement les corps opaques, on peut obtenir des radiographies comme avec les rayons X, en plaçant un fragment de radium devant l'objet posé sur une plaque photographique. Les épreuves sont moins nettes qu'avec les rayons X, à cause de la production de rayons secondaires et de la diffusion des rayons. Cependant, on peut avoir des épreuves assez nettes en utilisant seulement les rayons γ. Les radiographies peuvent être obtenues en plaçant le radium, enfermé dans un tube de verre, à deux mètres de distance de l'objet et de la plaque; mais les différences de pénétration sont peu sensibles, excepté pour les métaux; les os, par exemple, sont presque aussi transparents que la chair.

Diverses actions chimiques ont été également observées. C'est ainsi que M. Berthelot a pu réaliser certaines décompositions, qui se produisent également sous l'influence de la lumière : l'anhydride iodique est décomposé en iode et oxygène; l'acide azotique donne des vapeurs nitreuses. M. Becquerel a constaté la transformation du phosphore blanc en phosphore rouge et la transformation en calomel du bichlorure de mercure mélangé d'acide oxalique. M. Hardy a obtenu la décomposition de l'iodoforme en solution benzénique ou chloroformique avec formation d'iode, et a observé aussi certaines actions sur les solutions colloïdales.

§ 3. — Effets de phosphorescence et de coloration.

La phosphorescence d'un très grand nombre de corps est provoquée par les rayons du radium. Les

sels alcalins et alcalino-terreux, certaines matières organiques, le coton, le papier, le verre, les sels d'urane, le diamant, les pierres précieuses, etc., deviennent lumineux sous l'influence des rayons du radium. Cette phosphorescence est particulièrement intense avec le platino-cyanure de baryum, le diamant, le sulfure de zinc, le sulfure de calcium et certains minéraux : la blende de Sidot, la willémite, etc.

Les sels de radium ou de baryum radifère sont lumineux, et particulièrement le bromure et le chlorure. Cette luminosité, qui peut durer plusieurs années, est due en grande partie à la phosphorescence du sel sous l'influence du rayonnement qu'il émet lui-même. Elle est suffisamment intense dans certains cas pour permettre la lecture d'un journal; elle peut même se voir en plein jour. La lumière émise par le bromure est la plus forte; elle est d'une teinte tout à fait analogue à celle du ver luisant. Le chlorure peut avoir une teinte bleue dans certaines circonstances.

La lumière émise par les sels de radium a été récemment examinée par M. et Mme Huggins, au spectroscope. Ils ont constaté ce fait très curieux que le spectre n'est pas parfaitement continu; il présente des renforcements, dont les positions correspondent exactement aux bandes brillantes du spectre de l'azote, obtenu en analysant la lumière produite par des décharges électriques à travers ce gaz.

Il est naturel de penser que ces bandes sont dues aux décharges électriques du rayonnement du radium à travers l'air occlus ou environnant. La totalité de la lumière des sels de radium ne serait donc pas due à la phosphorescence de ces sels.

La phosphorescence du sulfure de zinc sous l'influence du rayonnement du radium est accompagnée d'un phénomène tout à fait inattendu, découvert par Sir William Crookes. Lorsqu'on approche un grain de radium d'un écran au sulfure de zinc, et qu'on examine à la loupe la lueur émise par cet écran, on constate sur celui-ci la production de petites étoiles brillantes, qui s'éteignent et se renouvellent constamment en des points différents.

Le petit appareil permettant de réaliser cette expérience a été nommé par M. Crookes le *spinthariscope*. L'action ne se produit qu'à une courte distance du radium, et M. Crookes a admis qu'elle est provoquée par les rayons α. Il admet que chaque étincelle résulte du choc d'un projectile des rayons α, qui doivent, d'après ce que nous avons vu plus haut, avoir une masse relativement grande. M. Becquerel a constaté que le phénomène se produit également avec d'autres corps phosphorescents : platino-cyanure de baryum et sulfate d'uranyle et de potasse, et il pense qu'il est analogue aux étincelles qui se produisent lorsqu'on brise un cristal d'azotate d'urane ou un cristal de sucre. Dans le cas signalé par Crookes, la rupture du corps phosphorescent serait causée par les chocs répétés des projectiles des rayons α.

Les corps phosphorescents sont modifiés sous l'influence des rayons du radium. Ces modifications, qui avaient déjà été constatées sous l'influence des rayons cathodiques et des rayons X, peuvent être plus profondes avec le radium. Le platino-cyanure de baryum se colore en brun foncé, le verre prend des teintes brunes ou violettes qui peuvent être très foncées, les chlorures alcalins se colorent en bleu ou en violet, le sulfate de potassium se colore en vert émeraude très intense, le quartz transparent devient du quartz enfumé, la topaze incolore devient jaune orangé, et les sels de radium, d'abord incolores, se colorent en gris, en jaune ou en violet. En même temps que le corps se colore, il devient non phosphorescent, et la lumière qu'il émet devient de plus en plus faible. On peut penser que l'énergie de cette transformation intervient dans la quantité d'énergie lumineuse émise par le corps phosphorescent.

Le phénomène paraît être tout à fait général; chaque fois qu'un corps devient phosphorescent, il se transforme en un autre corps non phosphorescent. Cette seconde matière est généralement fortement colorée. Les matières qui proviennent de la transformation des corps phosphorescents doivent être considérées comme des modifications d'un ordre spécial; on ne peut pas, je crois, assimiler cette transformation à une réaction chimique ordinaire, comme on l'avait primitivement proposé. On avait pensé que les colorations du verre et des sels alcalins proviennent d'une réduction, soit à l'état métallique très divisé, soit à l'état de sous-sels, des matières phosphorescentes. Une vérification de cette manière de voir semblait avoir été donnée par M. Giesel; il avait, en effet, obtenu une transformation des sels alcalins paraissant identique à celle que produisent les rayons cathodiques, par exposition du sel à l'action de la vapeur des métaux alcalins; on obtient ainsi un produit bleu tout à fait analogue aux matières précédentes. Mais on peut facilement reconnaître une différence essentielle : tandis que l'action de la chaleur ou de la lumière ne produit aucune modification du sous-sel alcalin obtenu par la vapeur métallique, le sel alcalin coloré par les rayons du radium se décolore sous l'action de la lumière, et, lorsqu'on le chauffe, la décoloration est accompagnée d'un dégagement de lumière; il se produit un phénomène de thermo-luminescence.

Les produits colorés obtenus avec le radium nous paraissent donc d'une nature tout à fait particulière et ne peuvent être considérés comme des

composés chimiques ordinaires; malheureusement, ils ne résistent pas aux transformations chimiques, et la simple dissolution dans l'eau du sel alcalin coloré suffit pour détruire la coloration. Il sera donc difficile d'être définitivement fixé sur la nature de ces produits si curieux.

§ 4. — **Effets physiologiques.**

Les rayons du radium agissent sur les tissus végétaux et animaux et sur les bactéries.

Sur les végétaux, M. Giesel a constaté le jaunissement rapide des feuilles, et M. Matout a observé que, lorsque les rayons agissent longtemps sur les graines, leurs facultés germinatives sont détruites.

L'action sur la peau a été observée dans un très grand nombre de cas : elle est analogue à celle que produisent les rayons X. Lorsque la peau a été exposée au rayonnement du radium, il apparaît, quelque temps après, une rougeur qui se transforme peu à peu en une plaie plus ou moins grave.

La rougeur apparaît après un temps d'autant plus long que l'impression a été plus courte. Dans un cas d'une exposition de huit minutes, la rougeur est apparue seulement au bout de deux mois. Les tissus avaient donc gardé à l'état latent l'impression du radium sans modification extérieure apparente. Si l'exposition est assez longue, la brûlure apparaît au bout de quelques jours; une ampoule se forme quelquefois; dans certains cas, l'ulcération est très longue à guérir. Certaines brûlures faites volontairement par M. Curie sur lui-même n'ont été guéries qu'au bout de quatre mois, et une cicatrice très marquée est restée. L'action paraît, d'ailleurs, différente suivant les personnes, et celles qui ont déjà été brûlées par le radium deviennent particulièrement sensibles.

On a cherché à utiliser cette action pour le traitement de certaines maladies de peau, et M. le Dr Danlos a obtenu des résultats très encourageants avec le lupus. L'épiderme malade est détruit par l'action du radium et se reforme ensuite à l'état sain.

On a également signalé récemment de divers côtés une action thérapeutique sur le cancer. On sait que certains effets ont déjà été produits par les rayons de Röntgen; or, le radium semble conduire aussi à des résultats encourageants. Peut-être les rayons très pénétrants émis par le radium permettront-ils d'obtenir des résultats dans un plus grand nombre de cas qu'avec les rayons X, qui, jusqu'ici, semblent n'exercer d'action bien nette que dans le cas d'affections superficielles.

De plus, le dosage et la localisation de l'action du radium sont très faciles à obtenir; aussi, si les résultats obtenus sont confirmés, il est probable que le radium deviendra un agent thérapeutique très important.

M. Danysz en a essayé l'action sur différents tissus animaux; cette action se produit surtout sur la peau et sur les tissus nerveux. Une exposition assez courte sur le système nerveux de souris, de cobayes et de lapins détermine la paralysie, puis la mort. Cet effet a été également constaté sur les chenilles et les larves d'insectes.

M. Bohn a fait agir les rayons du radium sur les animaux en voie de croissance. Une exposition de larves de grenouilles et de crapauds à ces rayons produit un amoindrissement de la croissance, la formation de monstruosités et la mort des individus. Ces diverses actions présentent toujours le même caractère; elles ne se révèlent pas immédiatement et se manifestent seulement tout à coup au moment où l'activité des tissus devrait augmenter.

M. Bohn a fait également des expériences sur les éléments reproducteurs de l'oursin. Les rayons du radium affaiblissent rapidement les spermatozoïdes, tandis que les œufs soumis à cette action semblent plus aptes à être fécondés; dans certains cas, on a même pu obtenir la parthénogenèse.

L'action sur les bactéries a été étudiée d'abord par MM. Aschkinass et Caspari. Cette action est nette, mais assez faible, et la sensibilité est très différente suivant les espèces. Le charbon semble particulièrement sensible.

Enfin, une action qui résulte de phénomènes de phosphorescence a été observée par M. Giesel. Quand, dans l'obscurité, on approche de l'œil fermé un sel de radium suffisamment actif, on perçoit une impression de lumière. Si le sel est pur et suffisamment abondant, l'action est violente et se produit à travers la boîte cranienne et même à travers un écran métallique; elle est donc due, en partie, à des rayons très pénétrants. Ce phénomène résulte, d'après les expériences de MM. Himstedt et Nagel, de la phosphorescence des milieux de l'œil. Toutes les parties de l'œil deviennent plus ou moins phosphorescentes sous l'action des rayons du radium, ce qui explique l'impression de lumière perçue par la rétine.

Ce phénomène peut être utilisé pour reconnaître la nature des affections de l'œil chez les aveugles. Il résulte, en effet, des observations de M. le Dr Javal que tous les aveugles chez lesquels la rétine est intacte perçoivent la lumière du radium, tandis que ceux dont la rétine est atteinte ne perçoivent pas cette lumière.

Les différentes actions physiologiques observées avec les rayons du radium indiquent que l'on doit prendre des précautions dans le maniement de ce corps. D'ailleurs, plusieurs brûlures accidentelles ont déjà été observées, et il est prudent de placer les produits très actifs dans une enveloppe métallique très épaisse. Si, jusqu'ici, on n'a eu à regretter

que des brûlures superficielles, les actions observées par M. Danysz sur le système nerveux doivent rendre très prudentes les personnes qui manipulent les sels de radium très actifs.

Dans un second article, nous étudierons les autres propriétés du radium et les hypothèses qui ont été émises pour les expliquer.

A. Debierne,
Professeur à l'École Alsacienne.

LA VIE ET L'ŒUVRE DE SIR GEORGE GABRIEL STOKES

Sir George Gabriel Stokes, fellow of Pembroke College, Lucasian professor of Mathematics in the University of Cambridge depuis 1849, qui est mort le 12 février dernier, était né à Skreen, dans le comté de Sligo, en Irlande, le 13 août 1819; il devint membre de la Société Royale de Londres en 1851, obtint la médaille Rumford en 1852, et depuis lors toutes les Sociétés savantes et les Académies du monde entier tinrent à le compter parmi leurs membres. Il avait succédé, comme Associé étranger de l'Académie des Sciences, à Weierstrass, le 19 février 1900.

Au commencement de juin 1899, l'Université de Cambridge célébra son Jubilé avec la plus grande solennité, en présence des délégués de plus de soixante académies et universités. Un volume de Mémoires importants, publié à cette occasion par la Société philosophique de Cambridge, contient un beau portrait de Stokes et la reproduction de la médaille frappée en son honneur. Deux bustes de lui furent inaugurés, l'un à l'Université, l'autre à Pembroke College où il était entré jeune homme soixante-deux ans auparavant, en 1837. Stokes portait vaillamment ses quatre-vingts ans. C'était alors un petit vieillard sec et vif, au regard pénétrant. Sa surdité, malheureusement presque complète, ne l'empêchait pas, l'année suivante, lors de l'Exposition universelle, de s'aventurer au milieu de la cohue qui avait pris possession de Paris; il était resté un marcheur presque infatigable. Sa lucidité d'esprit et ses facultés inventives paraissent s'être conservées jusqu'à son dernier jour.

L'Université lui fit d'imposantes funérailles; son cercueil fut porté autour de la cour de Pembroke College, suivant l'antique coutume réservée aux Maîtres. Un long cortège, comprenant le clergé, les fellows du College, les anciens fellows et jusqu'aux undergraduated, rejoignit, près de la grande Église Sainte-Marie, un autre cortège parti de Senate-House, où se succédaient le Vice-Chancelier, les directeurs, docteurs, professeurs, etc., et d'innombrables représentants des Sociétés savantes du monde entier, venus pour l'accompagner jusqu'au Mill Road Cimetiere, et lui dire un dernier adieu. Telle était la place tenue par Stokes dans la Science anglaise, que plusieurs de ses admirateurs avaient désiré pour lui le suprême honneur de Westminster.

I

L'activité scientifique de Stokes ne s'est pas démentie un instant depuis la publication de son premier Mémoire en 1842, il y a plus de 60 ans; la longue liste qu'on trouvera à la fin de cette notice en fait foi. Stokes a étudié un grand nombre de questions ressortant de la Mécanique des fluides et de la Physique mathématique, et d'autres qui dépendent de l'Optique expérimentale et confinent à la Chimie; mais il ne paraît avoir rien publié, ni sur la Thermodynamique, ni sur les théories électriques, ni sur les théories moléculaires. C'est toujours du point de vue de la continuité, réelle ou apparente, de la matière qu'il part dans ses recherches théoriques, sans discussion, ni étalage de principes à ce sujet. Toutefois, il ne se refusait pas à envisager le rôle des molécules isolées dans les phénomènes physiques; nous en avons la preuve dans l'explication théorique de la phosphorescence que Lord Kelvin nous a transmise, et plus nettement encore dans l'explication, publiée dès 1896 et qui reste pleinement satisfaisante, des propriétés des rayons découverts par Röntgen.

Dans tous les travaux de Stokes, on retrouve un même souci, celui de pousser le développement des théories générales jusqu'à l'application aux problèmes particuliers et aux calculs numériques qui permettent un contrôle précis et complet de la théorie. Dans cette recherche, il s'est presque toujours montré d'une habileté supérieure dans l'art de préparer les équations différentielles et les formules pour le calcul numérique. A propos de la diffraction au foyer des lunettes astronomiques, il réussit, par d'ingénieuses remarques, à calculer la position des 40 premières franges avec moins de peine qu'Airy n'en avait eue pour les quatre premières seulement (On the numerical calculation of a class of definite integrals and infinite series). Un autre exemple est fourni par le Mémoire de 1849 : « Discussion d'une équation différentielle relative à la rupture des ponts de chemin de fer ». C'est à la demande du Professeur Willis que Stokes entreprit l'étude de cette équation, pour en

comparer les résultats avec ceux d'expériences destinées à fixer les conditions de sécurité d'emploi du fer dans les constructions exposées à des vibrations ou à des chocs violents. Cette équation : $y'' = \beta - 3\,y(x - x^2)^{-2}$, est étudiée sous tous ses aspects, préparée pour le calcul, et les intégrales satisfaisant aux conditions aux extrémités $x = 0$ et $x = 1$ sont calculées numériquement pour $\beta = 0$, 1, 2, 3, 4, 5, 8, 12, 20, en faisant croître les valeurs de x par cinquantièmes; enfin, les résultats sont représentés par des épures, ce qui en rend l'interprétation plus claire. Indépendamment de l'intérêt propre de la question, on peut trouver là un modèle de discussion complète applicable à d'autres équations analogues.

Les fonctions de Bessel, ou d'autres du même genre, surtout lorsque la variable grandit considérablement, se sont présentées à lui maintes fois, dans divers problèmes d'Hydrodynamique et d'Acoustique, et chaque fois, non content de connaître l'allure générale du phénomène, Stokes n'a pas hésité à pousser jusqu'au tableau numérique. S'attaquant à des problèmes précis, Stokes s'est souvent heurté à de très grandes difficultés, et en a triomphé, au moins dans les limites nécessaires à son but. Ainsi, après avoir donné à la théorie analytique de la viscosité des fluides une forme devenue classique, il en fit l'application à une difficile et importante question de technique géodésique, celle de la *réduction au vide* de la période des pendules, qui avait fait l'objet d'importantes recherches expérimentales de Bessel et surtout de Baily. Il avoue lui-même, au début de ce Mémoire, avoir été d'abord dérouté par la difficulté extraordinaire du problème à deux dimensions, celui du cylindre oscillant normalement à son axe, jusqu'au moment où il s'aperçut que le problème à trois dimensions, celui de la sphère, est incomparablement plus simple; nous savons maintenant qu'il en est souvent ainsi pour le domaine indéfiniment étendu à l'extérieur du corps, parce que nous ne connaissons à l'avance que les conditions à distance infiniment grande par rapport à toutes les dimensions du corps, tandis que nous ne savons souvent rien pour les distances de l'ordre de l'une des dimensions du corps, même quand celle-ci est très grande par rapport aux deux autres. Après avoir poussé le plus loin possible l'étude rigoureuse du problème cylindrique, étude nécessaire pour certaines formes de pendules étudiées par Baily, Stokes, sans se laisser rebuter par les difficultés de la question, guidé par la forme générale des résultats obtenus pour la sphère, réussit à donner des formules de réduction au vide représentant bien tous les résultats des trente-huit pendules de Baily (sur 96) auxquels la théorie est applicable. En ce qui concerne l'influence de la forme du pendule, cylindrique ou sphérique, suspendu par un fil ou une tige, l'accord de la théorie et de l'expérience est donc aussi satisfaisant que possible. La théorie, ne laissant rien d'indéterminé au point de vue géométrique, conduit à une valeur absolue de la viscosité de l'air, la première que l'on eût encore obtenue. Malheureusement Baily n'a opéré sur chaque pendule qu'à deux pressions, une atmosphère et un trentième d'atmosphère environ, et ni théoriquement ni expérimentalement on ne pouvait supposer alors que, pour la viscosité, un trentième d'atmosphère est extrêmement loin d'être le vide ; aussi la viscosité adoptée par Stokes est-elle beaucoup trop faible. En outre, l'absence d'observations aux pressions intermédiaires ne permettant pas de déterminer la loi de variation de la viscosité avec la densité du gaz, Stokes admit, comme il semblait naturel, la proportionnalité de la viscosité à la densité. Qui eût pu, en effet, soupçonner en 1850, dix ans avant les travaux de Maxwell, la loi, aussi exacte qu'imprévue, que celui-ci obtint d'abord comme conséquence de la théorie cinétique des gaz : la viscosité des gaz à température constante est indépendante de la densité. Aussi la forme même de la correction finale de Stokes en fonction de la pression doit-elle être modifiée en se reportant aux formules initiales. Au point de vue théorique, rien n'a été ajouté à ce travail considérable, et personne n'a réussi à préciser l'influence de la forme du pendule mieux que n'a fait Stokes il y a un demi-siècle, tant les difficultés mathématiques sont considérables.

Des difficultés singulières rencontrées au cours de ces recherches ont fait l'objet de trois Mémoires dans les *Transactions* de Cambridge en 1858, en 1869 et en 1889, sur la discontinuité des constantes arbitraires que contiennent les développements divergents, ou semi-convergents, si utiles pour le calcul numérique rapide, mais dont les constantes qui satisfont aux conditions limites sont particulièrement difficiles à déterminer, parce que le développement n'est pas valable jusqu'aux confins du domaine à explorer.

Dans ses premiers Mémoires, Stokes déterminait les valeurs correspondantes des constantes dans la série descendante semi-convergente, et dans la série ascendante toujours convergente, en passant par l'intermédiaire d'une intégrale définie, équivalente à l'une et à l'autre forme ; dans son dernier Mémoire, en 1889, il montre comment on peut éviter cet intermédiaire quelquefois difficile à obtenir.

La viscosité de l'air a fait l'objet de nombreuses expériences, la plupart instituées de manière à

rendre calculables les valeurs absolues d'après la forme de l'appareil en expérience, comme celles de Maxwell : mais il en est d'autres, où la forme de l'appareil, commandée par d'autres considérations, rend le calcul rigoureux presque impossible, et qui, très soignées pourtant, méritaient une discussion approfondie : celles de Tomlinson, par exemple, au cours de ses études sur la torsion des fils métalliques, et celles de Crookes, aux plus basses pressions possibles, desquelles on peut tirer un contrôle de la loi de Maxwell sur la non influence de la densité. Stokes, seul peut-être capable de faire une discussion théorique serrée de ces expériences, n'y a pas manqué, et a montré au-dessous de quelles limites de pression il faut faire intervenir directement la considération du chemin moyen dans l'interprétation des expériences.

L'Hydrodynamique, jusqu'aux confins de l'Hydraulique, a fait l'objet d'un grand nombre de travaux de Stokes au début de sa carrière : Rapports à l'Association Britannique; mémoires d'exposition des principes; solutions de nombreux problèmes particuliers, avec ou sans potentiel des vitesses; étude générale des mouvements symétriques autour d'un axe; réactions du fluide sur une ou deux sphères en mouvement varié; ondes d'oscillation; hauteur maximum d'une onde sans rotation, etc. Dans les problèmes particuliers, l'intégration au moyen de solutions simples conduit le plus souvent à des séries de Fourier, ou à des séries analogues. Stokes en a étudié les propriétés dans un curieux Mémoire (1847), où il donne les moyens de reconnaître sur le développement en série les discontinuités, soit de la série, soit de ses dérivées, d'après la forme du coefficient de rang n de la série en fonction de n, ainsi que le moyen de débarrasser la série des termes qui la rendent discontinue.

Quiconque s'occupe d'Hydrodynamique en mathématicien ne peut manquer d'apporter sa contribution au problème géodésique fondamental, celui de la forme de la Terre, du potentiel newtonien qu'elle produit au dehors, de la distribution de la pesanteur à sa surface, des densités intérieures. Stokes a cédé, lui aussi, à l'attrait de ces questions, et sa contribution n'est pas des moindres; il a, en effet, montré que l'attraction exercée par la Terre au dehors est entièrement définie par la masse totale et par la forme de la surface des mers, qui est, en fait, une surface d'équilibre pour l'action simultanée de la gravitation et de la force centrifuge.

Lorsqu'on prend pour cette surface un ellipsoïde de révolution, la distribution de la pesanteur à sa surface, et l'action lointaine sur la Lune ou le Soleil, et réciproquement l'action de ces deux astres sur la Terre entière, sont définies par des expressions très simples, indépendamment de toute hypothèse sur la distribution interne des densités. Cette indépendance ne peut plus étonner les physiciens, qui sont devenus familiers avec la traduction électrique et magnétique de la même propriété mathématique du potentiel, et l'appliquent constamment en utilisant les écrans; il n'en est pas moins important et curieux de constater que, pour calculer l'action, force et couple, de la Lune ou du Soleil sur la Terre, il suffit de connaître la forme extérieure de celle-ci et sa masse totale. L'accord des mesures de pesanteur avec les valeurs de la nutation et de la précession n'indique donc rien sur la constitution intérieure du globe terrestre, et, en particulier, n'est pas une confirmation de l'hypothèse de Laplace sur la fluidité initiale de la Terre.

Le problème géologique de la distribution interne des masses est ainsi complètement séparé du problème extérieur proprement astronomique et géodésique. Cette distinction est entrée dans la science, et le nom de Stokes lui est justement attaché. Dans un second Mémoire, de la même époque, Stokes a traité, avec les développements les plus intéressants, la question géodésique pure, celle de la recherche de l'ellipsoïde au moyen des observations du pendule, c'est-à-dire de la réduction au niveau de la mer, et a semé bien des indications qui sont devenues classiques.

La plupart des questions de Physique cosmique ont attiré l'attention de Stokes; on lui doit en particulier des études sur les anémomètres; un appareil d'un emploi général pour l'enregistrement des heures de soleil; des études sur la photographie de la couronne solaire en dehors des éclipses, et sur les éclipses solaires elles-mêmes, etc.

II

Une expérience de Leslie avait donné lieu aux plus singulières suppositions; la voici : un timbre est mis en vibration dans un réservoir, où l'on fait le vide; l'intensité du son transmis à l'extérieur diminue un peu; on laisse rentrer de l'hydrogène dans le réservoir vide : l'intensité du son, au lieu d'augmenter, diminue encore davantage! Le phénomène est dû à l'augmentation de la longueur d'onde dans l'hydrogène, qui diminue l'importance des compressions et dilatations par rapport aux déplacements d'ensemble du gaz au voisinage immédiat du timbre, avec circulation de part et d'autre du bord vibrant. Cette explication qualitative une fois aperçue, et donnée sous forme familière, Stokes ne s'en contente pas, et cherche si l'ordre de grandeur théorique correspond à l'impor-

tance de l'effet observé. Tel est le point de départ d'un beau Mémoire sur les oscillations de l'air autour de sphères vibrantes, dont la théorie mathématique est, comme toujours chez Stokes, traduite finalement en nombres qui confirment pleinement l'explication proposée.

Nous ne pouvons songer à donner ici une idée de l'ensemble des Mémoires de Stokes sur l'Acoustique; de même, à peine pouvons-nous indiquer de nombreux Mémoires d'Optique physique, sur des bandes d'interférence dans le spectre, sur les anneaux de Newton à la limite de réflexion totale et au delà, sur les houppes d'Haidinger, sur l'analyse de la lumière elliptique et la réflexion métallique, etc..., tous mémoires en partie théoriques, en partie expérimentaux; car Stokes maniait lui-même les appareils et en étudiait scrupuleusement la construction pour en obtenir le plus de précision possible. Il faut pourtant signaler à part toute une discussion sur la constitution de l'éther lumineux et l'aberration de la lumière; Stokes montre qu'un entraînement, par le mouvement de translation de la Terre, de l'éther qui environne la Terre, donnerait lieu aux phénomènes d'aberration observés, si les vitesses de l'éther avaient un potentiel, et si, en pénétrant dans les corps qui le traversent, l'éther prenait instantanément la densité dont le carré de l'indice de réfraction donne la mesure. Il faut rappeler aussi tout le Mémoire sur la théorie dynamique de la diffraction et la direction des vibrations lumineuses; ce Mémoire, qui date de 1849, est, bien entendu, écrit en langage *élastique*; mais les développements mathématiques ne diffèrent pas tant que le langage, et l'on trouve pour la première fois, dans ce Mémoire, la notion des sources de condensation et de rotation, celle des sources secondaires, qui ne sont devenues familières à la plupart des physiciens que depuis Hertz. Enfin, la théorie de la double réfraction proposée par Stokes est assez voisine, elle aussi, de celle que fournit la théorie électromagnétique de la lumière, et, comme toujours, elle a amené Stokes à discuter la précision avec laquelle les mesures définissent la surface d'onde réelle. Ces indications, déjà longues, et pourtant très incomplètes, montrent avec quelle continuité, quelle probité scientifique et quelle pénétration Stokes a accompli, pendant soixante ans, ce qui est proprement le devoir du professeur d'enseignement supérieur, en dehors de sa chaire.

III

Il nous reste à parler du phénomène dont Stokes a découvert la loi fondamentale, celui de la fluorescence. Sir D. Brewster en 1833, Sir G. Herschell en 1846 avaient observé, l'un sur le spath fluor, l'autre sur une solution de quinine, la belle coloration de ces substances exposées au soleil, et sa localisation superficielle dans une couche de faible épaisseur; ils avaient vu l'inégale aptitude des diverses sources à produire cette lumière, et ce fait étrange que la lumière solaire, après avoir traversé une première couche de substance qui n'en modifie pas la couleur, est devenue incapable de produire de nouveau le phénomène; d'explication, point. Stokes comprend que ce dernier fait n'est possible que si la lumière change de période à la surface du corps, et il achève de s'en convaincre en observant à l'aide de verres colorés, et constatant que le verre absorbant, placé entre la source et la solution de quinine, ou entre la solution et l'œil, ne produit pas du tout le même effet : un certain verre enfumé, presque incolore, près de la source supprime la fluorescence, près de l'œil la laisse intacte; un autre verre brun-puce, près de la source laisse à la fluorescence son éclat, près de l'œil la supprime totalement. Recourant alors au spectre, Stokes constate l'exactitude de ses vues : c'est la partie ultra-violette du spectre incident qui agit, et l'action ne commence que pour la lumière de période plus courte que le bleu renvoyé par la quinine : c'est « l'obscurité rendue visible ». La lumière change donc de période par la rencontre de certaines substances; la période est allongée, mais tantôt la lumière fluorescente est presque simple, tantôt elle est elle-même très complexe comme il arrive avec le gaïac. Un très grand nombre de substances végétales en solution, les feuilles, les pétales des fleurs, les algues elles-mêmes sont fluorescentes. L'énumération et les descriptions de Stokes sont interminables; les sels d'urane, en particulier, sont étudiés avec un soin et un détail extrêmes. Puis viennent les applications qu'on en peut faire : applications théoriques sur la direction de la vibration en lumière polarisée; — applications pratiques, comme l'étude du spectre ultra-violet sans l'aide de la photographie; distribution des raies, pouvoir absorbant, pouvoir réflecteur, étude des flammes, de l'étincelle électrique, des éclairs; — applications chimiques, marche des réactions auxquelles prennent part les substances fluorescentes, etc.

Outre toute cette riche moisson de faits, et la loi de l'accroissement de longueur d'onde, ce Mémoire contient encore l'indication que la lumière fluorescente paraît être émise avec la même intensité en tous sens, et proportionnellement à l'intensité incidente, sans être influencée par le passage d'une lumière étrangère dans une direction quelconque à travers la solution fluorescente. Bien qu'au premier aspect la fluorescence paraisse cesser instantanément au moment où l'éclairement cesse, Stokes reconnut plus tard, par un examen

au miroir tournant, que la lueur dure un temps mesurable avant de s'éteindre; la différence avec la phosphorescence n'est, à ce point de vue, qu'une différence de degré.

Le changement de longueur d'onde dans la fluorescence parut d'abord être un fait isolé, dont Stokes chercha l'explication dans la loi d'attraction des atomes à l'intérieur de la molécule; car le phénomène se produit dans la molécule, l'influence de la concentration et celle de la nature du dissolvant sur la longueur d'onde étant minimes. Pour obtenir un semblant d'explication, il dut supposer que l'action qui ramène l'atome à sa position d'équilibre varie plus vite que la simple distance; à cette idée se rattachent les expériences sur la loi de l'intensité de la fluorescence en fonction de l'intensité de la lumière incidente, et sur l'influence possible du passage simultané de faisceaux lumineux transversaux. Les résultats de ces expériences ne furent pas favorables à l'hypothèse; pour lever l'obstacle, Stokes proposa d'admettre qu'une très petite fraction du nombre total des molécules présentes suffit à absorber toute l'énergie convertible en fluorescence, et que les autres molécules restent entièrement en repos; le nombre de molécules mises en vibration croîtrait alors proportionnellement à l'intensité incidente.

Pendant les dix-huit années suivantes, Stokes continua à publier des recherches sur ce sujet, tant au point de vue chimique qu'au point de vue physique, ainsi que sur des sujets connexes comme la réflexion métallique des corps autres que les métaux; assez peu satisfait de ses aperçus de 1852 sur la théorie du phénomène, il fut extrêmement frappé des admirables découvertes spectroscopiques de Kirchhoff et Bunsen, en 1860; plus tard enfin, en 1867, une observation de laboratoire le mit sur la voie d'une explication nouvelle, qu'il n'a publiée qu'en 1901 en réimprimant ses œuvres, mais que lord Kelvin avait déjà fait connaître, en 1883, dans sa conférence sur la grandeur des atomes. Voici le problème dynamique simple, dont l'*analogie* avec le phénomène physique lui parut manifeste : une corde tendue, flexible et inextensible, chargée de masses équidistantes, est mise en mouvement périodique en un de ses points; si la période est plus longue que la plus courte période propre du système, le trouble s'étend indéfiniment le long de la corde; si, au contraire, la période imposée est plus petite que la plus courte période propre du système, le mouvement reste localisé au voisinage du point attaqué, et y devient énorme; son amplitude s'éteint exponentiellement avec la distance. Lorsque la source cesse d'agir, le mouvement imposé se transforme en mouvements propres du système. Il y aurait encore bien à dire à ce sujet; mais, tout incomplète qu'elle soit, l'analogie proposée ouvre la voie utile. En outre, selon la remarque de Stokes : « le phénomène de la fluorescence, qui n'est qu'une très brève phosphorescence, paraît tout à fait semblable à cet autre qui nous est tout à fait familier, celui de l'échauffement d'un corps au soleil, et de l'émission corrélative de radiations peu réfrangibles ».

IV

Sans discuter ici les limites d'exactitude de l'assimilation, et la question de la « calorescence » de Tyndall, on ne peut manquer d'être frappé de l'analogie d'une partie des caractères de la fluorescence avec quelques-unes des propriétés surprenantes des radiations nouvelles qui révolutionnent la Physique depuis moins de huit ans. Aussi Stokes, qui n'avait cessé de se tenir au courant de toutes les découvertes des physiciens et des travaux auxquels avaient donné lieu les rayons cathodiques, apprit-il avec une curiosité passionnée les nouvelles manifestations de ces rayons hors des tubes vides, découvertes par Röntgen. Et sur ce sujet, qui semble situé au cœur même des phénomènes électriques, c'est ce physicien, qui n'a pas écrit une fois les mots : « théorie électromagnétique de la lumière » et qui continue à penser en *théorie dynamique* au sujet de l'éther, qui va donner le mot de l'énigme et fournir tous les éléments d'une théorie générale des rayons Röntgen dont il faudra bien, sans tarder beaucoup, que l'on poursuive toutes les conséquences expérimentales. Ces deux langages différents, *électrique* et *dynamique*, servent à énoncer bien des relations quantitatives identiques ou très peu différentes, et Stokes s'était familiarisé par une longue méditation, depuis son premier Mémoire sur la diffraction, avec tous les aspects de la propagation des perturbations transversales dans un milieu incompressible. Aussi, tandis que la plupart des autres physiciens laissaient leur pensée errer ou même vagabonder, Stokes, ordonnant les faits à mesure qu'ils étaient publiés, construisait rapidement une théorie qui s'adapte exactement à tous les faits connus.

La découverte de Röntgen avait éclaté dans le monde en décembre 1895; moins d'un an après, dans une Adresse au « Victoria Institute », Stokes énonçait, d'abord avec quelque prudence, et confirmait en post-scriptum lors de l'impression de l'Adresse, l'opinion que les rayons de Röntgen dérivent d'ondes de durée totale très brève, non périodiques. Le 12 juillet 1897, il faisait un exposé magistral de cette théorie devant la Société littéraire et philosophique de Manchester, dans une conférence sur « la nature des rayons Röntgen »,

aussitôt reproduite et traduite en toutes langues. Je ne chercherai point à la résumer; le lecteur français la trouvera traduite intégralement dans l'*Éclairage électrique* (t. XIV, p. 374-387). Je ne le priverai pas du plaisir de la lire; j'en extrais seulement la description théorique du phénomène, tel que Stokes se le représente : « Voici, dès lors, ce que je conçois relativement à la constitution des rayons Röntgen : une pluie de molécules part de la cathode électrisée, molécules se suivant comme les gouttes d'eau dans une averse. Elles frappent successivement la paroi anticathodique, et le choc de chaque molécule produit dans l'éther une pulsation en partie positive, en partie négative. Il se produit ainsi une suite indéfinie de ces pulsations, provenant des divers points de la région anticathodique non protégée par un écran. »

D'où l'absence de diffraction et l'absence de réfraction, résultant immédiatement de l'absence de périodicité régulière.

Les savants anglais du siècle écoulé ont donné à la conférence scientifique une saveur rare; dans cette conférence, comme dans la série des lectures Burnett, dont il nous reste à parler, Stokes s'est montré l'égal des plus grands.

V

John Burnett, marchand à Aberdeen, mort en 1784, avait, entre autres fondations charitables et pieuses, établi un prix, à distribuer tous les quarante ans aux deux meilleurs essais sur l'existence de Dieu, sa bonté et sa sagesse, d'abord indépendamment de toute révélation écrite, puis au point de vue chrétien, avec les conséquences utiles à l'humanité. En 1881, le Gouvernement, jugeant cet intervalle de quarante ans trop long, appliqua les fonds à des conférences poursuivies pendant trois années, de cinq en cinq ans, sur l'Histoire — l'Archéologie — les Sciences physiques — les Sciences naturelles, — dans un esprit conforme aux vues du testateur. Les administrateurs décidèrent de commencer par les Sciences physiques et s'adressèrent à Stokes. Telle est l'origine des trois petits livres *sur la Lumière*. La première année, 1883, Stokes traita de la nature de la lumière ; l'année suivante, de la lumière comme moyen d'investigation; et, pour terminer conformément aux intentions de J. Burnett, en 1887, des effets bienfaisants de la lumière.

Ce sont, en tout, douze conférences, dans lesquelles Stokes explique avec une merveilleuse aisance la théorie des ondulations, la fluorescence, la polarisation rotatoire, les applications astronomiques de la spectroscopie, l'effet des radiations sur la vie terrestre, la structure de l'œil, et termine, sans effort, par une véritable profession de foi chrétienne (3e Cours, p. 93 et 97). « Comme chrétiens, nous croyons que Dieu nous a été révélé, comme cela n'avait jamais eu lieu auparavant, par cet Être Divin qui emprunta notre nature, et résida parmi nous, plein de grâce et de vérité. La grandeur de l'Univers nous montre quelque chose de la grandeur de l'Auteur; mais, lorsque nous étudions le caractère du Fils, image de l'invisible Dieu, nous apprenons, comme on ne l'avait jamais appris auparavant, que Dieu est Amour. »

C'est là un trait de caractère commun à plusieurs savants anglais. Pour n'en rappeler qu'un seul, mais des plus grands, Michel Faraday s'occupait, comme on sait, très activement de la gestion temporelle et spirituelle de l'Église de la petite secte fondée par R. Sanderman; Stokes n'était pas moins zélé, paraît-il, et se livrait fréquemment à la prédication. Mais, sauf en cette occasion unique, aucune de ses œuvres scientifiques ne révèle d'autre préoccupation que celle du pur savant. C'est que, suivant le mot célèbre attribué à Laplace, en Mathématiques, en Astronomie, et même en Physique, « on ne rencontre pas Dieu », au XIXe siècle du moins, car, au XVIe, la rencontre était encore dangereuse. Ce domaine est désormais si bien acquis à la science pure que les plus fervents croyants, les indifférents, et les purs athées peuvent collaborer à la même œuvre expérimentale ; tous sont également déterministes dès qu'ils ont franchi le seuil du Laboratoire ou de l'Observatoire. C'est dans les sciences biologiques que le conflit règne encore au XXe siècle, et que tout l'homme apparaît dans l'œuvre scientifique; c'est aux abords du problème de l'origine de la vie et de la source de la pensée que les deux domaines, religieux et scientifique, se pénètrent encore. Aussi, pour satisfaire au vœu du fondateur, et trouver « ce qui est, existant par soi-même, et sans cause », Stokes, dans sa dernière leçon, après avoir indiqué comme favorable à l'idée de création le fait que les corps célestes n'ont pas toujours existé tels que nous les voyons, s'attaque au problème de la vie; s'appuyant sur un article de sir W. Dawson, dans *The Religion tract Society*, sur les transformations de la vie dans les temps géologiques, pour repousser le point de vue transformiste, il ajoute : « Contentons-nous de remarquer que, si, pour l'origine première de la vie sur la Terre, la science est impuissante à en rendre compte, et si nous devons avoir recours à quelque cause ultra-scientifique, il n'y a rien d'antiphilosophique dans la supposition que cette cause ultra-scientifique ait pu agir aussi dans la suite » (p. 89). Passant à l'étude de l'œil, puis des êtres vivants, et y trouvant la manifestation évidente d'un plan (*design*), par conséquent

d'un esprit ordonnateur, Stokes en conclut l'existence de l'Être incréé, de celui qui a dit à Moïse « Réponds aux enfants d'Israël : Je suis (I am) m'a envoyé vers vous ».

Si j'ai insisté sur cette dernière conférence, c'est qu'il est maintenant extrêmement rare qu'un physicien ou un mathématicien éminent, même très pieux, soit amené à émettre, dans une publication scientifique, une profession de foi chrétienne aussi nette, et, donnant les raisons de sa conviction, à les exposer au jugement des hommes de science; c'est aussi que, dans Stokes, tout l'homme, modeste, sincère et dévoué, est bon à connaître.

Tout le monde sait quels reproches amicaux Lord Kelvin lui a plus d'une fois adressés : c'est une théorie de la phosphorescence, que nous n'avons d'abord connue que par les conférences de Lord Kelvin; c'est une théorie de la double réfraction, si peu indiquée en quelques lignes de la *British Association* que Lord Rayleigh développa la même et que Glazebrook l'étudia expérimentalement sans se douter de la rencontre. C'est une transformation générale aussi importante que celle de Green, que Maxwell extrait des questions posées pour l'examen du prix Smith (1894). Que d'autres encore, à en juger par cette lettre signée « Chemicus », que publia Nature (19 fév. 1903, p. 367) peu de temps après sa mort : « ... Entré en correspondance avec Stokes vers 1893, sans être connu de lui, il mit néanmoins de suite à ma disposition sa vaste puissance intellectuelle, m'aida de ses encouragements et de ses avis, d'une manière qui eût été libérale venant du meilleur ami, et dont la valeur était incomparable, pour son abondance, sa lucidité et sa ponctualité. Il lui arriva de m'écrire jusqu'à trois lettres en un jour, et d'y ajouter un télégramme pour me dire qu'il craignait de s'être exprimé dans une de ses lettres avec trop de confiance », et Stokes agissait ainsi, paraît-il, avec d'innombrables savants! Nous ne connaîtrons tout le rôle qu'il joua dans la Science, et dont témoigne hautement l'admiration et la déférence affectueuse de tous les savants anglais à son égard, que le jour où sa correspondance scientifique sera publiée; souhaitons au moins que, dès à présent, l'Université de Cambridge s'efforce de la recueillir aussi complète que possible, et de concentrer les originaux ou des copies authentiques dans ses archives. C'est un complément nécessaire à la publication intégrale de ses Mémoires et Notes déjà imprimés, que nous espérons bien voir poursuivre sans délai, et auxquels il serait bien utile d'ajouter, au moins, un choix des questions posées par Stokes aux examens les plus difficiles de l'Université.

Marcel Brillouin,
Professeur au Collège de France.

Liste des œuvres de Stokes.

Trois volumes de Mémoires, datant de 1842 à 1852, réimprimés par l'imprimerie de l'Université de Cambridge; les titres des Mémoires contenus dans ces trois volumes ne sont pas reproduits dans la liste qui suit.

Les numéros d'ordre de la première partie de la liste sont ceux de la Bibliographie de la Société Royale de Londres. Lorsqu'un Mémoire a paru dans plusieurs recueils, je n'ai inscrit que le titre du plus répandu.

Depuis 1883, je ne réponds pas que la liste, relevée principalement au moyen des *Fortschritte der Physik*, soit complète.

2. 1842-1843. *Phil. Mag.* On the analytical condition of the rectilinear motion of fluids, with reference to a paper by Prof. Challis.
8. 1846. *Phil. Mag.* Remarks on Prof. Challis's theoretical explanation of the aberration of light.
14. 1848. *Br. Ass. Rep.* On a difficulty in the theory of light.
15. 1848. *Br. Ass. Rep.* On the refraction of light beyond the critical angle.
17. 1848. *Cambr. and Dubl. Math. Journ.* Note on the duis of instantaneous rotation.
18. 1848. *Cambr. and Dubl. Math. Journ.* Remark on the theory of homogeneous elastic Solids.
34. 1849. *Ph. Mag.* On the theory of sound in reply to Prof. Challis.
45. 1851. *Ph. Mag.* On the alleged necessity for a new general equation in Hydrodynamics.
49. 1851. *Roy. Inst. Proc.* On the change of refrangibility of light and on the exhibition thereby of the chemical rays.
50. 1852. *Br. Ass. Rep.* On the optical properties of a recently discovered salt of quinine.
53. 1853. *Phil. Mag.* On the cause of the occurence of abnormal figures in photographic impressions of polarized rings.
54. 1853. *Phil. Mag.* On the metallic reflection exhibited by certain non-metallic substances.
55. 1854. *Phil. Mag.* On certain recent investigations in the theory of light.
56. 1854. *Wien. Sitz. Ber.* Ueber das optische Schachbrettmuster.
57. 1854. *Wien. Sitz. Ber.* Die Richtung der Schwingungen des Lichtæthers im polarisirten Lichte.
58. 1855. *Br. Ass. Rep.* On the achromatism of a double object-glass.
59. 1855. *Phil. Mag.* On the alleged fluorescence of a solution of Platino-cyanid of Potassium.
60. 1856. *Phil. Mag.* Remarks on Prof. Challis's paper entitled : « A theory of the composition of colours ».
61. 1856. *Phil. Trans.* On the effect of the rotation and ellipticity of the earth in modifying the numerical results of the Harton Pendulum Experiment.
62. 1857. *Br. Ass. Rep.* On the effect of wind on the intensity of sound.
63. 1857. *Phil. Mag.* On the polarisation of diffracted light.
64. 1858. *Cambr. Phil. Soc. Trans.* On the discontinuity of arbitrary constants wich appear in divergent developements.
65. 1859. *Chem. Soc. Journ.* On the existence of a second crystallisable fluorescent substance in the bark of the Horse-chesnut.
66. 1859. *Phil. Mag.* On the bearing of the phenomena of diffraction on the direction of the vibrations of polarized light, with remarks on the paper of Prof. Eisenlohr.
67. 1860. *Chem. Soc. Journ.* Note on Paviin.
68. 1860. *Chem. Soc. Journ.* Account of the optical characters of Purpurine and Alizarine.
69. 1860. *Phil. Mag.* Note on the simultaneous emission and absorption of rays of the same definite

refrangibility discovered by Mr Foucault, and rediscovered and extended by Mr Kirchhoff.
70. 1860. *Roy. Soc. Proc.* Note on internal radiation.
71. 1860. *Roy. Soc. Proc.* On the intensity of light reflected or transmitted through a pile of plates.
72. 1862. *Br. Ass. Rep.* Report on Double Refraction.
73. 1862. *Phil. Trans.* On the long spectrum of electric light.
74. 1863. *Roy. Soc. Proc. XII.* Note to Col. Clerk's paper : « On the change of the form assumed by wrought iron when heated and when cooled ».
75. 1864. *Chem. Soc. Journ. II.* On the application of the optical properties of bodies to the detection and discrimination of organic substances.
76. *Philos. Mag. XXVII.* Même sujet.
77. *Philos. Mag. XXVIII.* On the supposed identity of Biliverdin with Chlorophyll.
78. *Philos. Mag.* On the reduction and oxidation of the colouring matter of the blood.
79. 1867. *Philos. Mag. XXXIV.* On the internal distribution of matter wich shall produce a given potential at the surface of a gravitating mass.
80. 1868. *Philos. Trans. CLVIII.* On the communication of vibration from a vibrating body to a surrounding gas.
81. 1869. Adress to the British Association. Exeter.
82. 1869. *Cambr. Phil. Soc. Trans.* Supplement to a paper on the discontinuity of arbitrary constants wich appear in divergent developements.
83. 1869. *Chem. Soc. Journ. VII.* On a certain reaction of quinine.
84. 1869. *Roy Soc. Proc. XVII.* Note on Mr Hennessey's account of the solar eclipse of the 18th Aug. 1868.
85. 1871. *Br. Ass. Rep.* Notice on the researches of the late Rev. William Vernon Harcourt on the conditions of transparency in glass and the connexion between the chemical constitution and optical properties of different glasses.
86. 1872. *Mess. of Math.* Explanation of a dynamical paradox.
87. *Roy Soc. Proc.* On the law of extraordinary refraction of Iceland spar.
88. 1873. *C. R. Ac. Sc.* Sur l'emploi du prisme dans la vérification de la loi de la double réfraction.
89. 1874. *Roy. Soc. Proc. XXII.* Note on M. Grubb's paper : « On the improvement of the spectroscope ».
90. 1874. *Br. Ass. Rep.* On the construction of a perfectly achromatic telescope.
1875. *Br. Ass. Rep.* (avec Hopkinson). On the optical properties of a titano-silicic glass.
91. 1876. *Nature. XIII.* The early history of spectrum analysis.
92. 1876. *Roy. Soc. Proc.* Letter to J.-N. Lockyer on the dissociation of calcium.
93. 1876. *Br. Ass. Rep.* On a phenomenon of metallic reflection.
94. 1878. *Edinb. R. Soc. Proc.* Note on certain formulæ in the calculus of operations.
95. 1878. *Roy. Soc. Proc.* On the foci of lines seen through a crystalline plate.
96. 1878. *Nature.* On certain movements of radiometers.
97. 1878. *Microsc. Soc. Journ.* On the question of a theoretical limit to the apertures of microscopic objectives.
98. 1878. *Roy. Soc. Proc.* On an easy and at the same time accurate method of determining the ratio of the dispersions of glasses intended for objectives.
99. 1879. *Roy. Soc. Proc.* Note on MM. Stewart and Dodgson's Report on a method of detecting the unknown inequalities of a series of observations.
100. 1880. *Meteor. Soc. Quart. Journ.* Description of the card supporter for Sunshine recorders adopted at the Meteorological Office.
101. 1881. *Philos. Trans.* Note on the reduction of M. Crookes experiments on the decrement of the arc of vibration of a mica plate oscillating within a bulb containing more or less rarefied gas.
102. 1881. *Roy. Soc. Proc.* On a simple method of eliminating errors of adjustment in delicate observations of compared spectra.
103. 1881. *Roy. Soc. Proc.* Discussion of the results of some experiments with whirled anemometers.
104. 1881. *Nature.* Solar Physics (lecture).
105. 1883. *Roy. Soc. Proc.* On the cause of the light border frequently noticed in photographs just outside the outline of a dark body seen against the sky; with some introductory remarks on phosphorescence.
106. 1883. *Cambr. Phil. Soc. Proc.* On the highest wave of uniform propagation.
1883. *Brit. Journ. of Photogr.* (10). Observation at Caroline Island of the recent eclipse.
1883. *Nature.* XXVIII. On coronal photography without an eclipse.
1884-1892. *Br. Ass. Rep.* Reports on the best methods of recording the direct intensity of solar radiation.
1885. *Proc. Roy. Soc.* On a remarkable phenomenon of crystalline reflection. Iridescent crystals of chlorate of potash.
1886. *Chem. News*, 58. Adress to the Royal Society.
1886. *Phil. Trans.* CLXXVII. Notes on Experiments of Tomlinson on the viscosity of air.
1889. *Camb. Phil. Soc. Proc.* (t. VII, p. 362). Note on the determination of arbitrary constants wich appear as multipliers of semi-convergent series.
1891. *Phil. Mag.* XXXII. Note on the theory of the solitary wave.
1892. *Journal of Gaslight* (58). An optical demonstration of the Davy's theory.
1892. *Proc. Chem. Soc.* The interactions occurring in Flames.
1892. *Nature.* On an optical proof of the existence of suspended matter in flames.
1893. *Nature.* The luminiferous ether.
1896. *Nature.* The perception of light.
1896. *Nature* Researches on the Röntgen Rays (Adress to the Victoria Institute). Röntgen Rays and and allied phenomena; indication première de sa supposition de *non périodicité*, d'abord avec doute, puis plus sûr en P. Sc.
1897. *Cambr. Phil. Soc.* et *L'Ecl. Electr.*, 1898, t. XIV, 374. Nature of Röntgen Rays.
1897. *C. R. Ac. Sc.*, 125. Explanation of experimental Result attributed by de Metz to magnetic deviation of X Rays.
1900. *Nature*, 61. Effects of lightning upon electric lamps.

M. B.

L'AUTOMOBILISME AU SALON DE DÉCEMBRE 1903

L'automobilisme vient de tenir au Grand-Palais[1] ses assises annuelles, dont l'éclat a encore dépassé celui des cinq expositions précédentes[2].

Nous n'avons su y voir aucune nouveauté sensationnelle; et cela n'est, d'ailleurs, pas pour nous déplaire, car nous pouvons y trouver la preuve que la voiture à pétrole n'est plus très loin, nous ne dirons pas de son type définitif, mais d'un type assez stable pour présider pendant quelque temps à ses destinées, et dont le schéma reste, d'ailleurs, celui que nous avons donné il y a peu de mois[3].

En revanche, nous y avons constaté bien des améliorations de détail, au premier rang desquelles nous citerons tout de suite l'augmentation de confort dont l'automobile se décide enfin à faire jouir ses usagers. Nous en ferons une revue rapide, suivant toujours l'ordre que nous nous sommes imposé dans nos précédentes études[4], sans conserver d'ailleurs toutes les divisions, dont le nombre serait hors de proportion avec l'étendue de cet article.

I. — Voitures a pétrole.

§ 1. — Le carburateur.

Les carburateurs à barbotage et à léchage sont totalement abandonnés pour les voitures : la maison Delahaye elle-même est arrivée au carburateur à pulvérisation. Dans quelques motocyclettes, la carburation est assurée par une simple mèche trempant dans le réservoir.

A l'exemple du carburateur Krebs, beaucoup d'appareils ont été dotés d'une entrée donnant un supplément d'air aux grandes vitesses. Nous ne voudrions pas garantir l'efficacité de tous ces dispositifs, dus pour beaucoup à la mode régnante[5].

Nous avons constaté une tendance, qu'il faut d'ailleurs encourager, à rapprocher le carburateur des cylindres : on diminue ainsi la longueur de la tuyauterie, le nombre de ses coudes.

§ 2. — Moteur.

Au point de vue de leur puissance, les moteurs offraient les pourcentages suivants :

8 chevaux et au dessous.	17 °/₀
8 à 20 chevaux	62
Au-dessus de 20 chevaux	21

On construit donc des moteurs de plus en plus forts, et cette augmentation de la puissance est demandée à des vitesses de rotation de plus en plus grandes : si quelques maisons (Panhard, Rochet-Schneider) continuent à faire tourner leurs moteurs à raison de 750 tours par minute, la majorité des constructeurs les poussent normalement jusqu'à 1.100 et 1.200 tours.

La commande mécanique des soupapes d'admission se généralise : la proportion, qui était de 15 °/₀ en 1901, de 45 °/₀ en 1902, a atteint 67 °/₀ en 1903. Pourtant, les soupapes automatiques ont donné en course de très bons résultats ; les voitures Renault et Mors, gagnantes de Paris-Vienne, Paris-Bordeaux (seule étape courue dans Paris-Madrid), avaient des soupapes automatiques. Ces soupapes sont multiples pour les gros cylindres : Panhard en a mis 3, Napier 4.

Dans les voitures Mercédès, les soupapes d'admission sont commandées par des culbuteurs[1].

La régulation par l'admission, si propre à augmenter l'élasticité du moteur, qui était représentée au Salon de 1902 par une proportion de 86 °/₀, atteint cette année 96 °/₀. Autant dire qu'elle est générale; mais elle se diversifie à l'infini par ses dispositifs, liés d'ailleurs, pour la réalisation du but final, avec ceux du carburateur. L'étranglement de la conduite d'admission reste fort en honneur; la levée variable de la soupape, déjà employée en 1902, notamment par Renault, l'est davantage cette année, notamment par Cottereau.

En ce qui concerne l'allumage, on ne voit plus de brûleurs, presque pas d'auto-incandescents ou d'allumages électro-catalytiques ; seuls, les allumages électriques sont employés dans les proportions suivantes :

	1902	1903
Par accumulateurs ou piles. . .	74 °/₀	72 °/₀
Par magnéto à rupteurs	22	22
Par magnéto à bougies.	»	6
Divers (auto-incandescent, etc.).	4	»

[1] Du 10 au 25 décembre 1903.

[2] M. Lucien Périssé a donné, dans la *Vie automobile* du 19 décembre, une statistique à laquelle nous emprunterons plusieurs chiffres. Elle se rapporte à cinquante et un constructeurs français (même nombre qu'en 1902, en diminution de 26 sur 1901), ayant exposé 119 types de châssis, chiffre en légère augmentation sur celui de l'année dernière.

[3] *Revue gén. des Sciences*, t. XIII, p. 854.

[4] *Revue gén. des Sciences*, T. X, nos 4, 5, 6, 7, 16; T. XIII, nos 17, 18, 19, 20; T. XIV, no 18.

[5] Quelques carburateurs doubles ont fait leur apparition : celui de la maison de Dion-Bouton, chargé d'assurer une bonne alimentation aux deux cylindres de ses nouvelles voitures, dans lesquelles les manivelles sont calées à 180° pour produire un meilleur équilibrage et les explosions ne peuvent donc plus se faire à intervalles égaux; celui de M. Léon Bollée, chargé d'assurer à son moteur une marche silencieuse pendant les arrêts de la voiture.

[1] Les groupes de soupapes sont alors opposés les uns aux autres, bien qu'une des deux oreilles du cylindre ait été sup-

Le point faible de l'allumage par pile ou accumulateurs est assurément la bougie, qui s'encrasse facilement; pour remédier à ce grave inconvénient, on a recours à la rupture du courant secondaire, dans les conditions que nous avons dites (t. XIV, p. 941), mais en ayant le soin de faire produire l'étincelle auxiliaire sous verre, et non pas à nu dans un capot qui peut contenir des vapeurs d'essence.

On cherche aussi à éviter la décomposition de l'huile au contact de la bougie, en disposant autour d'elle, quelquefois en elle, une gouttière qui empêche le liquide d'arriver aux points où il deviendrait dangereux, ou en donnant à la porcelaine une forme ovoïde.

Pour rendre manifeste le bon fonctionnement de l'allumage dans les divers cylindres, on dispose parfois sous les yeux du conducteur un tableau analogue à celui des sonneries électriques.

L'allumage par magnéto gagne pourtant, et fort justement à notre avis, beaucoup de terrain : cette constance de son pourcentage en 1902 et 1903, qui nous a un peu surpris, n'est pas une preuve du contraire, car on voyait l'allumage par rupture dans presque tous les stands des maisons qui donnent le ton; d'autres maisons, qui l'ont essayé, n'ont pas encore renoncé à le mettre au point. La réalisation d'un bon système de rupture n'est pas très facile; mais, une fois acquise, elle assure à l'allumage un fonctionnement simple et efficace[1].

La magnéto commence à être employée concurremment avec la bougie, remplaçant pour l'alimentation de cette dernière la pile ou les accumulateurs. On peut même avec elle, en la munissant d'un collecteur destiné à redresser ses courants, conserver pour l'alimentation de la bobine l'intermédiaire des accumulateurs : on y trouve parfois l'avantage, quand le moteur est à 4 cylindres, de le remettre en marche, après un arrêt qui l'a laissé sous compression, simplement en rétablissant le courant qui remet en vibration le trembleur correspondant au cylindre en pression, sans avoir à tourner la manivelle pour remettre en marche la magnéto. Mais il est permis de trouver que tout cela enlève à l'emploi de la magnéto la belle simplicité, qui, à notre avis, constitue la grande supériorité de l'allumage par étincelle de rupture[2].

En classant les moteurs d'après le nombre de leurs cylindres, M. Périssé a dressé le tableau suivant :

	1902	1903
Moteurs à 1 cylindre.	12 °/₀	15 °/₀
— 2 cylindres	37	26
— 3 —	2	4
— 4 —	48	55

Les moteurs à 1 ou 4 cylindres sont donc en augmentation, au détriment des moteurs à 2 cylindres : le gain des premiers ne peut s'expliquer que par des raisons de simplicité et d'économie. Les moteurs à 3 cylindres, tels que ceux des maisons Panhard, Cottereau, Louet et Minerve, assurément mieux équilibrés que les moteurs à 2 cylindres, ne se répandent guère.

Au lieu de faire des cylindres jumeaux, on les sépare souvent : des cylindres isolés s'alèsent mieux, se réparent plus facilement, mais exigent des vilebrequins plus difficiles à façonner.

On faisait encore en 1901 des cylindres à course plus grande, d'environ un tiers, que le diamètre. En 1902, nous avons vu apparaître les cylindres carrés, dont l'alésage égalait la course. En 1903, l'alésage a dépassé la course, sous l'effet de la tendance qui pousse aux moteurs rapides, mais sans qu'on soit encore fixé sur le meilleur rapport à adopter pour ces deux éléments; la question, comme bien d'autres, n'est pas tranchée.

Les moteurs verticaux sont encore en progression par rapport à l'an dernier (96 °/₀ au lieu de 94 °/₀). Les maisons Gillet-Forest et Bardon restent fidèles au moteur horizontal; la maison Delahaye l'emploie concurremment avec le moteur vertical; Ader et Schaudel construisent encore des moteurs en V.

Le refroidissement par eau est la règle absolue pour les voitures et se retrouve même sur quelques motocyclettes, en général sans pompe. Cet organe figurait sur 80 °/₀ environ des voitures exposées; pourtant, un courant très net d'opinion se dessine en faveur du refroidissement par thermo-siphon, qui a donné sur les Renault de si bons résultats. Nous voyons notamment les nouveaux types Georges Richard-Brasier dotés d'un thermo-siphon à radiateur ventilé.

primée. Les deux oreilles ont le défaut d'empêcher le cylindre de se dilater régulièrement.

[1] Cet allumage est le plus généralement muni d'un dispositif d'avance; mais, en pratique, ce dispositif ne sert que lors de la mise en marche, pour donner un retard qui empêche les explosions prématurées et les retours de manivelle. Dans ses nouvelles voitures, M. Brasier a rendu ce mécanisme uniquement manœuvrable par celui qui met le moteur en route : le chauffeur n'a plus de manette d'avance d'allumage sur le volant; c'est un organe de moins pour lui.

[2] Pour diminuer la complication résultant de l'emploi simultané d'une magnéto et d'une bobine, la maison Simms-Bosch a essayé de faire produire à la magnéto une étincelle de tension. Au bobinage primaire de l'induit, elle a ajouté un bobinage secondaire, de fil plus fin et plus long, et elle a monté sur la magnéto un distributeur du courant primaire analogue à celui qu'on installe ordinairement sur l'arbre de dédoublement du moteur. Mais l'isolement du courant secondaire à 10 ou 15.000 volts, dans un espace aussi réduit que l'intérieur d'une petite magnéto, est fort difficile. Cette maison a pourtant réussi à construire un appareil de ce genre pour les motocyclettes. Mais n'est-il pas plus simple, sur les voitures où l'on peut facilement loger une bobine, de s'en tenir à la vieille dualité des deux organes ?

Ce radiateur est formé de tubes méplats verticaux, que l'eau parcourt pour se rendre du collecteur supérieur au collecteur inférieur. Son constructeur, M. Audin, reproche au *nid d'abeilles* de soumettre les plaques verticales d'avant et d'arrière, et les soudures de tubes qui y sont pratiquées, à des températures variant beaucoup avec le niveau de ces soudures, et par là à des causes graves de dégradation. Pour cette raison et par suite des difficultés qu'on éprouve à trouver ou à guérir les fuites, les nids d'abeilles nous semblent être moins en vogue; en tout cas, ils demandent une construction impeccable.

Que le radiateur soit à nid d'abeilles ou autrement, il est presque toujours muni d'un ventilateur : quand ce ventilateur est placé immédiatement derrière le radiateur, le capot est muni d'ouvertures; s'il est disposé dans le volant, à l'arrière du moteur comme dans les Mercédès, le capot doit être étanche. Certaines maisons (Rochet-Schneider, Hotchkiss) emploient des ventilateurs à ailettes mobiles, pour proportionner l'arrivée d'air aux nécessités du moment.

Le refroidissement est actuellement fort bien assuré; on a vu une voiture de 100 chevaux faire 500 kilomètres sans avoir presque perdu d'eau.

§ 3. — Transmissions.

Les embrayages se font par cônes droits (80 °/₀), quelquefois par cônes inverses (10 °/₀) ou par systèmes divers (10 °/₀), presque exclusivement à serrage cylindrique, comme le système de Lindsay, employé par les Mercédès.

Les changements de vitesse s'opèrent par train baladeur, ordinairement avec prise directe pour la grande vitesse. Nous signalerons comme nouveauté le système à tiroir de la maison Louet[1].

Dans les transmissions élastiques, le cardan a regagné le terrain qu'il avait perdu en 1902 :

	1901	1902	1903
Chaîne.	50 °/₀	62 °/₀	53 °/₀
Cardan.	44	35	47
Courroie.	6	3	0

Le cardan est plus simple et passe pour donner un rendement un peu meilleur que la chaîne, mais il provoque une usure légèrement plus grande des pneus d'arrière et il est insuffisant pour les grosses voitures.

La création par MM. Renard de leur train sur route vient d'ajouter un chapitre important à la question des transmissions[2].

§ 4. — Autres parties de l'automobile.

Le châssis en tôle emboutie se vulgarise : il s'accommode bien de l'allongement des longerons, destiné à permettre l'entrée latérale aux voyageurs d'arrière, et du rétrécissement de l'avant, destiné à faciliter les virages malgré son grand empattement.

A un châssis embouti M. Brasier associe un faux châssis en tubes : il compte profiter de l'élasticité du premier pour atténuer les vibrations occasionnées par la route et de la rigidité du second pour assurer à l'ensemble une grande solidité et au montage du moteur et des changements de vitesse la rectitude indispensable pour un bon rendement.

Le stand Darracq nous a montré un châssis Arbel en acier embouti d'une seule pièce, avec ses longerons, traverses, tôles de support et d'abri du moteur : il ne reste de rivets que pour les mains des ressorts.

Les billes que les voitures Peugeot et de Dion-Bouton ont depuis longtemps employées, et qui sont d'une application générale dans les motocyclettes et les voiturettes, entrent de plus en plus dans la pratique courante des grosses voitures. On a pu les voir au Salon appliquées à tous les roulements : roues motrices, changements de vitesse, arbre moteur, magnéto. Certaine maison les aurait même, d'ailleurs sans succès, essayées pour les têtes de bielles. Elles sont montées dans des cuvettes coniques ou, plutôt pour les grandes forces, dans des colliers plats. Le peu de faveur qu'elles avaient eu jusqu'ici dans la construction française tenait à deux causes : la faible supériorité qu'on leur attribuait par rapport aux roulements lisses dans l'atténuation des frottements, la crainte des graves désordres amenés dans un rou-

[1] Le cône d'embrayage transmet, par pignons d'angle, le mouvement à un arbre sur lequel est montée une roue dentée, avec laquelle un chariot mobile amène successivement en prise des équipages de deux roues, chargés de transmettre le mouvement à la couronne du différentiel.

[2] La propulsion de ce train est assurée par un seul moteur monté sur l'un des véhicules qui le composent. L'arbre de ce moteur se prolonge tout le long du train, grâce à des cardans qui lui donnent la souplesse voulue pour en épouser le profil varié. Près de chaque essieu que l'on veut rendre moteur, cet arbre principal détache un arbre secondaire, qui, par engrenages, actionne la couronne d'un différentiel monté sur l'essieu.

Les voitures successives sont aussi reliées par un attelage de direction. Ce dispositif consiste en un timon dont l'extrémité antérieure est articulée à la queue de la première voiture et dont l'extrémité postérieure est reliée à l'essieu d'avant-train de la seconde. Lorsque le train est en courbe, le timon est placé dans une position oblique par rapport à l'axe de la voiture d'arrière et détermine une obliquité correspondante des roues d'avant de cette voiture, qu'il s'agisse d'un essieu à cheville ouvrière ou d'un essieu à deux pivots, comme ceux du train qui était exposé.

Par ces moyens fort simples, MM. Renard ont obvié aux deux grands obstacles qui, jusqu'ici, avaient empêché la traction automobile de se développer pour les transports industriels : 1° les détériorations infligées aux routes par l'unique essieu moteur trop lourdement chargé; 2° le ripage latéral des voitures remorquées.

Leur invention peut entraîner des conséquences économiques fort importantes.

lement par la casse d'une seule bille. Mais, avec les nouveaux aciers, on arrive à fabriquer des billes très solides, et il paraît que, pour les démarrages, la résistance est fortement diminuée par elles, si bien qu'on peut réduire la masse du volant et mieux utiliser, notamment dans les courbes, l'élasticité du moteur. Les Allemands attribuent à l'emploi général des billes le succès des voitures Mercédès dans la coupe Bennett. Il semble incontestable qu'un emploi judicieux des billes soit avantageux.

Le pneu, qui reste toujours le ver rongeur de l'automobilisme, grossit comme diamètre : il semble bien que ce grossissement soit un facteur utile de l'augmentation de la vitesse. On emploie couramment des pneus de 100, 105 et 120 millimètres. M. Michelin en construit de 150 millimètres.

La bande étroite, rationnelle au point de vue du rendement, mais dangereuse pour le dérapage, a pour ainsi dire disparu. On fait la bande plate, au moins pour les voitures de course.

Les nombreux essais destinés à nous doter d'un bandage antidérapant montrent l'importance du but à atteindre ; ils ne sont parvenus à empêcher le dérapage qu'au prix d'une usure fort onéreuse pour le tourisme. Nous avons vu beaucoup d'imitations du pneu-cuir Samson. M. Michelin a incrusté dans son caoutchouc des pastilles ou des rectangles métalliques.

L'augmentation de longueur que nous avons constatée dans les châssis permet l'installation d'une caisse plus confortable, plus spacieuse et accessible par des entrées latérales. Le tonneau, dont la portière, située à l'arrière, force ses hôtes à descendre en pleine chaussée et est une menace perpétuelle pour la sécurité de celui qui s'y adosse, cède justement la place au double phaéton. Celui-ci, qui peut à la rigueur être muni d'un troisième banc à l'arrière pour le mécanicien, devient décidément la véritable voiture de tourisme. Pour le service de ville, toutes les formes de voitures fermées sont dès à présent possibles.

II. — Voitures a vapeur.

La maison Gardner-Serpollet a créé, cette année, un type à bon marché, à la fois simple et léger : sa 9 chevaux *Simplex*. La pompe à pétrole est supprimée, le brûleur marche simplement sous pression d'air; le pétrole lui arrive en traversant un appareil muni d'un tiroir découvrant un nombre variable de trous. La même manette commande un tiroir analogue, qui ne laisse arriver à la pompe à eau qu'une quantité d'eau proportionnelle à celle du pétrole. La proportionnalité des deux liquides est ainsi obtenue plus simplement que dans les anciens types.

III. — Voitures électriques et mixtes

La voiture électrique est restée comme mécanisme ce qu'elle était, mais devient de plus en plus confortable comme carrosserie.

La voiture mixte s'est enrichie d'un type très intéressant : la voiture à transmission électrique Kriéger.

Un moteur à essence (quatre cylindres Georges Richard-Brasier de 24 chevaux, pour la voiture de 900 kilogs que l'inventeur nous a fait essayer pendant le Salon) actionne une dynamo-génératrice, dont le courant est envoyé aux deux moteurs électriques, commandant chacun par engrenages une des roues motrices d'arrière. Donc, pas d'accumulateurs servant de tampon et de régulateur au groupe électrogène : l'énergie fournie par celui-ci est, à chaque instant, envoyée aux moteurs des roues.

M. Kriéger conserve au moteur thermique une puissance constante, en rendant également constant le nombre de watts débités par la génératrice[1].

La variation de la différence de potentiel étant automatique, la voiture prend toujours d'elle-même la vitesse la plus appropriée au profil de la route, sans que, pour cela, la puissance du moteur thermique cesse d'être celle pour laquelle il a été réglé.

La variation de vitesse du véhicule, à la volonté du conducteur, s'obtient alors simplement en modifiant la vitesse du moteur par étranglement de l'admission : M. Kriéger a ainsi obtenu en palier toute une gamme d'allures de 10 à 75 kilomètres par heure.

Cette facilité de manœuvre, cette souplesse, l'absence d'embrayage, de changements de vitesse mécaniques, de différentiel (comme corollaire la diminution du dérapage), font de cette voiture un ensemble fort remarquable, qui constitue à nos yeux la nouveauté la plus intéressante du Salon. Si l'on arrive à diminuer son prix de vente, si la partie électrique ne demande aucun entretien spécial et n'occasionne pas de frais trop onéreux, la transmission électrique pourra supplanter la transmission mécanique, assurément la partie la plus défectueuse de nos voitures à pétrole.

Gérard Lavergne,
Ingénieur civil des Mines.

[1] Il obtient ce résultat en donnant à la génératrice trois excitations différentes :

1° Une excitation en dérivation, prise aux balais et variant proportionnellement à la force électro-motrice ;

2° Une excitation indépendante, produite par une petite batterie d'accumulateurs. Cette excitation est pratiquement constante et concourante avec la première :

3° Une excitation en série dans le circuit de l'induit et différentielle avec les deux autres, variable avec la charge de la machine et démagnétisant les inducteurs.

Le champ résultant de ces trois excitations est tel que la variation de la différence de potentiel aux bornes E est inversement proportionnelle à la variation de l'intensité, I, dans des limites très étendues. W = EI est donc constant.

REVUE ANNUELLE DE CHIRURGIE

I. — Traitement du cancer.

La fréquence de plus en plus grande du cancer et l'impuissance du traitement opératoire dans un certain nombre de cas font que tout ce qui touche à son traitement a de l'intérêt. L'importance qu'il y aurait à guérir cette redoutable maladie est d'autant plus grande qu'elle frappe, en général, des gens dont la santé générale n'était pas altérée. Aussi voit-on constamment paraître des articles qui franchissent même quelquefois les limites de la presse scientifique et qui prônent des traitements nouveaux comme de véritables panacées. Nous ne voudrions pas, dans cette *Revue*, donner comme bien établis tous les résultats qui ont été récemment publiés; ce serait peut-être nous exposer à de profondes désillusions dans l'avenir. Nous ne pouvons cependant laisser passer sous silence les nombreuses tentatives qui ont été faites dans ces derniers temps.

§ 1. — Application des rayons X.

Les rayons X ont été particulièrement essayés dans la cure du cancer en Angleterre et en Amérique. Dans un Mémoire publié il y a quelques mois, William L. Rodman et G. E. Pfahler (de Philadelphie) ont réuni 234 cas d'épithéliomas soumis à l'application de ces rayons : 147, soit 65 %, auraient été guéris; 87, ou 36 %, améliorés, et 2, ou 1 %, n'auraient pas été modifiés. La durée du traitement a varié de 3 à 22 semaines. Plusieurs fois on a noté des récidives, mais elles ont rapidement cédé à de nouvelles applications des rayons X.

Bien que la plupart des observateurs conviennent qu'il n'est pas nécessaire de déterminer une réaction de la part des tissus, ils admettent cependant que les résultats sont plus rapides et plus positifs lorsque l'on a déterminé cette réaction. Varney, Grubbé, etc., pensent qu'il est nécessaire de brûler la peau avant que le carcinome ou le sarcome soient modifiés. On a parlé, pour expliquer l'action des rayons X, de nécrose cellulaire, de dégénérescence graisseuse, de développement du tissu élastique, de tendance à l'oblitération des vaisseaux sanguins, par suite de la formation d'un dépôt sur leur face interne, etc.

Tous ces faits sont encore mal établis. Non seulement on ne sait pas exactement comment agissent les rayons X, mais on ne sait pas bien si réellement ils ont une action dans les cas de cancers avérés. Les cas publiés en France et communiqués à l'Académie de Médecine par Doumer et Lemoine (de Lille), par Vigouroux (de Paris) ne permettent pas de formuler actuellement un jugement définitif. Nos connaissances sont encore dans l'enfance et de nouvelles observations sont nécessaires. Il semble que nous soyons en possession d'adjuvants utiles, mais ne pouvant encore, en aucune façon, se substituer au bistouri.

§ 2. — Sérothérapie.

Dans cette *Revue*, nous avons déjà eu l'occasion, à diverses reprises, de parler des tentatives sérothérapiques de Richet et Héricourt, de de Wlaëff, et nous avons dit, à cette époque, qu'il ne s'agissait que d'améliorations temporaires, comparables à celles qu'on obtient par d'autres modes de traitement [1].

Parmi toutes les tentatives qui se sont produites au cours de ces dernières années, une de celles qui ont fait le plus de bruit est celle d'Adamkiewicz (de Vienne). Cet observateur aurait obtenu la guérison de quelques cancers par l'injection sous la peau d'une toxine spéciale, isolée du suc cancéreux. Envisagée au point de vue de sa composition chimique, la cancroïne (c'est ainsi qu'Adamkiewicz dénomme la toxine qu'il emploie) serait une base triméthylée d'oxyde d'ammonium en double combinaison avec le phénol et l'acide citrique. Cette toxine s'emploie en injections sous-cutanées à la dose d'un centimètre cube à un centimètre cube et demi quotidiennement. Les quelques renseignements directs que nous avons pu obtenir établissent que l'action de cette cancroïne n'est, tout au moins, pas constante.

Cette année même, Doyen a cru découvrir le microbe du cancer, et il a conseillé de traiter les cancéreux par des injections de toxines produites par le développement de ce microbe dans le bouillon glycériné. Malheureusement, ses publications manquent de cachet scientifique; il ne précise pas les conditions de développement de ce microbe, parle de cultures dans un bouillon *spécial*, dont il n'indique pas la composition. Le seul cas que nous avons vu traiter par cette méthode n'a en rien été modifié, et l'unique résultat des injections a été un énorme phlegmon de la paroi abdominale.

II. — Traitement des tuberculoses externes.

Comme pour le cancer, nous voyons la tuberculose être l'objet de tentatives thérapeutiques où l'on

[1] *Revue gén. des Sc.*, 1901, p. 881.

utilise soit les rayons X, soit un sérum nouveau antituberculeux.

§ 1. — **Rayons X.**

Kümmel, Freund, Gocht, Schönberg, etc., ont soumis le lupus ordinaire et le lupus érythémateux à l'action des rayons X. Ces mêmes rayons ont été appliqués à des dégénérescences tuberculeuses ganglionnaires, à des ulcères tuberculeux, etc. Les publications faites ne permettent pas encore de formuler une opinion ferme sur la valeur de ce traitement.

§ 2. — **Sérothérapie.**

Tout récemment, Marmorek a préconisé un nouveau traitement sérothérapique de la tuberculose. Les tuberculeux que nous avons vu soumettre à ce traitement ont tous été améliorés au début; plusieurs ont augmenté en poids, mais aucun n'a été guéri. L'action de ce sérum ne nous a semblé rien présenter de spécial, et nous ne croyons pas qu'on puisse, d'ores et déjà, dire que nous sommes en possession d'un sérum antituberculeux, et que nous allons voir disparaître la tuberculose, ni même diminuer dans une large proportion les tuberculoses chirurgicales. De nouvelles observations nous semblent nécessaires; actuellement, cette question de la sérothérapie des lésions tuberculeuses humaines, qui, jusqu'ici, ne nous a donné que des illusions, reste à l'étude et ne peut être tranchée.

III. — L'hémodiagnostic en Chirurgie.

L'importance de l'examen du sang en Chirurgie semble prendre une importance de plus en plus grande.

Depuis longtemps, on préconisait l'examen du sang en présence d'une splénomégalie de nature mal déterminée ou d'adénopathies multiples, en un mot toutes les fois qu'on soupçonnait une leucémie, celle-ci contre-indiquant l'intervention opératoire; mais, en dehors de ce cas spécial, on ne faisait guère l'examen du sang pour préciser un diagnostic.

Malassez avait cependant bien montré les rapports de la leucocytose avec la suppuration et Hayem avait confirmé ses travaux. Il faut arriver à la période actuelle pour voir l'examen du sang prendre une réelle importance en Chirurgie.

Cet examen du sang est surtout utile dans les suppurations profondes, où les signes habituels de la suppuration ne peuvent être constatés. En général peu considérable dans les suppurations viscérales, nous dit Vaquez, la leucocytose est, au contraire, ordinairement élevée dans les suppurations séreuses, où elle atteint les chiffres de 25 à 30.000. Cette leucocytose porte sur les polynucléaires neutrophiles.

Dans les cancers fermés, il semble qu'une leucocytose dépassant 12 à 13.000 globules blancs rend très vraisemblable la généralisation de l'affection ou tout au moins son extension hors du foyer primitivement atteint.

En dehors de la numération, les modifications qualitatives ont aussi leur importance.

L'éosinophilie a été signalée dans un grand nombre d'affections parasitaires : la trichinose, la filariose, l'anchylostome duodénal, la bilharzia, les kystes hydatiques, etc. La recherche a donc de l'importance dans certains cas; c'est ainsi qu'en présence d'une tumeur hépatique de nature indéterminée, il y a toujours lieu de faire l'examen du sang. Si celui-ci montre de l'éosinophilie, il faut penser à une tumeur d'origine parasitaire, à un kyste hydatique par conséquent.

IV. — Injections de sérum gélatiné

L'an dernier, rappelant dans cette *Revue* les travaux publiés sur le sérum gélatiné comme hémostatique, nous n'avons pas manifesté d'enthousiasme pour cette nouvelle méthode de traitement.

Elle vient, cette année, d'être vivement attaquée. A la suite de son emploi, vingt-trois cas de tétanos, publiés au cours de ces deux dernières années, ont été réunis par le Professeur Dieulafoy, qui déclare rejeter ces injections d'une manière absolue. L'Académie de Médecine s'est émue de ces accidents, et M. Chauffard, dans un Rapport, a conclu que la préparation des sérums gélatinés « ne doit pas être libre, qu'elle doit être soumise aux lois et règlements qui régissent la préparation des sérums thérapeutiques ».

D'autre part, Marcel Labbé et Froin, étudiant chez l'homme et chez les animaux les modifications de la coagulabilité du sang après ces injections, sont arrivés à cette conclusion que les injections sous-cutanées de sérum gélatiné n'ont aucune action sur la coagulabilité du sang et sur l'arrêt des hémorragies.

Il semble qu'aujourd'hui on ait tendance à rejeter ces injections gélatineuses sous-cutanées de la thérapeutique antihémorragique.

V. — Tumeurs du corpuscule rétro-carotidien.

Une observation récente de M. Reclus a appelé l'attention sur les tumeurs du corpuscule rétro-carotidien, qui avaient déjà fait récemment l'objet de travaux en Allemagne, en Autriche et en Russie, mais qui, jusqu'à ce jour, étaient restées à peu près complètement inconnues en France. Rapprochant

de leur observation personnelle dix autres faits publiés par Marchand, par Maydl et Paltauf, par Dittel, par Gersuny, par Malinowsky, par von Heinleth, Reclus et Chevassu ont tracé l'histoire de ces tumeurs développées aux dépens du ganglion intercarotidien d'Arnold.

Ces tumeurs se développent chez des sujets jeunes, entre dix-sept et trente-trois ans. Elles sont situées à cheval sur la bifurcation de la carotide primitive, qu'elles débordent en avant et en arrière, en arrière surtout. Leur volume varie d'un œuf de pigeon à un œuf de poule. Leur couleur est brune, quelquefois d'un brun violacé, leur consistance comparable à celle d'un fragment de thymus; elles sont encapsulées et reliées par un pédicule vasculaire aux vaisseaux carotidiens.

Au microscope, on y trouve deux éléments essentiels : des cellules assez volumineuses, réunies en amas, et des formations vasculaires, à paroi mince, limitant ces amas, constituant ainsi des sortes d'alvéoles.

Elles comprennent, en outre, un élément accessoire, du tissu fibreux, qui forme capsule et envoie de la périphérie au centre des expansions qui entourent les plus gros vaisseaux.

Les cellules, assez volumineuses, 9 à 25 μ, ont un aspect épithélioïde; polygonales ou plus ou moins allongées, elles possèdent un noyau arrondi.

Si l'on se rappelle la structure du ganglion intercarotidien normal, on voit que ces tumeurs correspondent à l'hypertrophie des deux éléments, vasculaire et cellulaire, qui constituent le corpuscule inter-carotidien.

Ces tumeurs se développent insidieusement, lentement et progressivement; elles occupent exactement la bifurcation de la carotide; leur consistance est molle, légèrement élastique; elles sont pulsatiles et présentent à l'auscultation un murmure plus ou moins accentué. Leurs allures sont généralement celles d'une tumeur bénigne. Le traitement consiste dans l'ablation, qui doit être faite par dissection; celle-ci n'est toutefois pas toujours possible et l'on peut être amené à réséquer le paquet vasculo-nerveux du cou. Aussi l'intervention ne doit-elle être tentée que si des troubles fonctionnels sérieux ou une évolution rapide justifient les tentatives opératoires, dont les conséquences peuvent être graves.

VI. — Système nerveux.

§ 1. — Tumeurs cérébrales.

Une discussion du dernier Congrès français de Chirurgie a ramené l'attention sur le traitement des tumeurs cérébrales.

L'étude de 344 cas de tumeurs encéphaliques opérées a montré à Duret que les malades succombent aux accidents primitifs de l'opération dans la proportion de 18,20 %, pourcentage meilleur que celui de Bergmann, qui, dans sa statistique de 1899, arrivait à une mortalité de 25 %.

Le nombre des malades qui ont obtenu un bénéfice réel de l'intervention s'élève à 64,06 %. Les uns voient disparaître les douleurs violentes de la céphalée, les vertiges, la torpeur intellectuelle et s'améliorer leurs crises convulsives et leurs paralysies; un grand nombre recouvrent complètement ou partiellement la vision. Plus de la moitié ont des améliorations durables ou même des guérisons.

Aussi Duret conclut-il son Rapport en disant que les progrès réalisés dans la technique opératoire, dans la rapidité et la sécurité de l'ouverture du crâne, permettent de bien augurer de l'avenir de la chirurgie cérébrale, en particulier de celle de l'ablation des néoplasmes.

§ 2. — Traitement chirurgical des paralysies faciales dites incurables.

En 1895, Ch. A. Ballance fit, pour la première fois, une anastomose spino-faciale dans un cas de paralysie faciale. Le fait, mentionné dans la statistique opératoire de l'hôpital Saint-Thomas, ne fut pas publié, l'auteur n'étant que peu confiant dans son avenir.

Il faut aller jusqu'en 1898 pour voir J.-L. Faure publier en détail une première opération qui, si elle n'avait rien de démonstratif au point de vue thérapeutique, montrait au moins qu'au point de vue technique il n'y avait aucune objection à formuler contre cette opération nouvelle.

Depuis lors, des expériences sur le chien faites en Allemagne par Manasse, en Italie par Basseso Cicrella, puis des opérations sur l'homme, dues à Kennedy, à J.-L. Faure, à Ballance, à Morestin, à Cushing, à Körte, ont montré que l'opération pouvait guérir la paralysie.

Les uns ont anastomosé bout à bout le facial sectionné avec la branche trapézienne du spinal, ménageant ainsi les filets du sterno-mastoïdien; d'autres ont anastomosé le tronc du facial sectionné avec le spinal, laissé intact et avivé latéralement; d'autres, enfin, ont anastomosé le tronc du facial avec le nerf hypoglosse.

L'avenir montrera quelle est la meilleure technique. Ce que l'on peut dire, dès aujourd'hui, c'est que, d'une façon générale, ces anastomoses ont donné des résultats inespérés. Dans tous les cas, sans exception, il a été impossible de ne pas reconnaître qu'il y avait eu régénération des fibres du facial aux dépens des fibres du spinal, pour ne parler que de l'anastomose le plus souvent pratiquée. Mais cette régénération a été plus ou moins

complète et les résultats obtenus sont plus ou moins brillants.

Les plus beaux ont été obtenus chez les malades opérés le plus rapidement. On a cependant des chances d'avoir un bon résultat après fort longtemps; une malade de Hartenbruch, chez laquelle le résultat fut assez bon, était paralysée depuis huit ans.

Au début, les opérés n'ont pas le pouvoir de contracter isolément les muscles de la face; ils associent cette contraction au mouvement d'élévation de l'épaule. Lorsqu'ils élèvent celle-ci, la moitié correspondante de la face se contracte. Mais il semble qu'il se produise bientôt des phénomènes d'adaptation; la contraction de la face disparaît bien que le bras reste élevé. Il peut même y avoir rétablissement complet des mouvements volontaires. Le fait s'est produit chez des opérés de Kennedy et de Martin. Avec le temps, il se fait une véritable éducation musculaire, une adaptation motrice, qui implique une sorte de suppléance des centres cérébraux.

En présence de ces résultats, il est probable que l'opération bénigne que nous venons de décrire sera dans l'avenir plus fréquemment exécutée.

VII. — Tube digestif.

§ 1. — Exclusion de l'intestin.

Mise à l'ordre du jour du Congrès de Chirurgie cette année, la question de l'exclusion de l'intestin a fait l'objet de nombreuses communications, qui ont confirmé, dans ses grandes lignes, le Rapport que nous avons présenté.

A part quelques faits exceptionnels, c'est surtout dans les tumeurs, les rétrécissements inflammatoires ou tuberculeux, les lésions intestinales accompagnées de fistules, que l'on a eu recours à l'exclusion.

L'analyse des observations montre que, dans le cancer, la survie n'a pas été plus considérable après l'exclusion qu'après la simple entéro-anastomose et que celle-ci suffit pour amener la cessation des accidents. Nous croyons donc que, en présence d'un cancer, l'entéro-anastomose simple est suffisante. Au contraire, dans les lésions inflammatoires, simples ou tuberculeuses, dans les lésions intestinales graves accompagnées de fistules, l'exclusion lui semble supérieure, car elle met au repos complet la partie malade et permet ainsi aux lésions de régresser. Ce n'est toutefois qu'un pis aller, inférieur aux opérations qui suppriment définitivement et immédiatement la lésion (libération et suture d'une fistule stercorale, résection de l'intestin malade, etc.).

Même ainsi limitée dans ses indications, l'exclusion de l'intestin a constitué un progrès réel, car elle a permis d'apporter un remède à une série de cas jusqu'alors inacessibles à nos moyens chirurgicaux; quelquefois même, elle a suffi pour amener dans l'état local et dans l'état général une amélioration telle qu'une opération radicale, impossible au début, est devenue facile au bout de quelque temps.

§ 2. — Traitement du prolapsus du rectum.

Malgré la multiplicité des opérations décrites et pratiquées, le prolapsus du rectum reste encore l'objet de tentatives thérapeutiques nouvelles, les résultats obtenus jusqu'ici semblant insuffisants. Cette année, Gérard Marchand et Lenormant ont conseillé d'adjoindre, à la rectopexie ordinairement pratiquée, la suture des releveurs. Ils ont sur deux malades pratiqué cette suture, déjà préconisée en 1900 par Napalkoff à la suite de recherches cadavériques. L'insuffisance du périnée postérieur est un point bien connu de l'anatomie pathologique de la chute du rectum. De nombreux chirurgiens avaient cherché à y remédier en pratiquant, au niveau de l'anus, des excisions cunéiformes suivies de sutures, en faisant des rectopérinéorraphies. Mais tous ces procédés avaient l'inconvénient de s'adresser à des tissus sans grande résistance. Pour réaliser une véritable fixation anatomique du rectum et supprimer le point faible du diaphragme pelvien, il était indiqué de chercher un plan plus solide. C'est ce qu'ont fait les chirurgiens que nous venons de citer, en plaçant des sutures sur les releveurs.

Cette myorraphie des releveurs, en même temps qu'elle remédie à l'insuffisance du périnée, a encore l'avantage de diminuer la profondeur du cul-de-sac prérectal qui, d'après les récentes recherches de Ludloff, aurait, dans les cas de chute du rectum, une profondeur anormale.

VIII. — Voies urinaires.

§ 1. — Décapsulation du rein dans les néphrites médicales.

Un certain nombre d'observations semblent, dès aujourd'hui, établir que la décapsulation du rein, préconisée surtout par Edebohls, peut, dans un certain nombre de cas, améliorer l'état du rein et nous mettre en possession d'un mode de traitement chirurgical des néphrites, considérées jusqu'ici comme relevant uniquement du traitement médical. La décapsulation a pour effet immédiat de faire disparaître la congestion œdémateuse, qui joue un rôle des plus importants dans la pathogénie des accidents urémiques, et pour effet éloigné de créer des voies complémentaires à la circulation

rénale, plus ou moins entravée par la sclérose ou les poussées congestives.

Lorsque la séparation intra-vésicale des urines montre que l'un des reins est à peu près exclusivement atteint, l'opération est indiquée, surtout s'il s'agit d'un sujet jeune, d'une néphrite aiguë ou subaiguë, d'une néphrite compliquée d'hématurie ou de phénomènes douloureux.

§ 2. — **Bactériologie des cystites.**

Considérée, il y a quelques années encore, comme très simple, la bactériologie des cystites est, en réalité, beaucoup plus complexe qu'on ne l'avait cru au début. Aux microbes aérobies, seuls étudiés au début, se sont ajoutés les microbes anaérobies qui, dans un certain nombre de cas, semblent jouer un rôle important dans la pathogénie des cystites.

§ 3. — **Traitement de l'hypertrophie prostatique.**

Le traitement opératoire direct de l'hypertrophie prostatique, dont nous avons déjà eu l'occasion de parler l'an dernier, semble aujourd'hui définitivement accepté. La conception du prostatique sans prostate, d'une maladie générale de l'appareil urinaire liée à l'artério-sclérose, conception unanimement acceptée il y a quelques années encore parce qu'elle était défendue par la haute autorité de Guyon et de ses élèves, est aujourd'hui universellement abandonnée. Il s'agit bien, chez les malades dits prostatiques, d'une maladie locale de la prostate. Les examens histologiques de prostates enlevées ont même montré que, dans un nombre de cas bien plus considérable qu'on ne l'aurait cru *à priori*, il s'agissait de lésions épithéliomateuses à marche lente. L'indication de l'exérèse se présente donc avec une netteté bien plus grande encore qu'on ne le croyait lors des premières tentatives opératoires.

La discussion ne porte plus que sur un point : le meilleur mode opératoire. Tandis que quelques chirurgiens préconisent la voie hypogastrique et énucléent brutalement avec le doigt la prostate après avoir ouvert la vessie, enlevant même quelquefois en totalité avec la glande la partie profonde de l'urètre, le plus grand nombre extirpe la glande par le périnée. Les résultats sont, en général, excellents. Maintes fois, nous avons vu la fièvre tomber, la cystite cesser et des malades, qui depuis des années n'urinaient qu'avec la sonde, qui même ne passaient celle-ci que très difficilement, se mettre à uriner normalement sans difficulté et sans douleur.

§ 4. — **Radiographie des calculs urinaires.**

La radiographie des calculs urinaires, si utile dans le diagnostic de la lithiase rénale, a fait dans ces dernières années l'objet de nombreux travaux et a, en particulier, été bien étudiée par Béclère.

Au-dessous d'un certain volume, les calculs rénaux ne peuvent être décélés par la radiographie. Toutefois le volume ne semble pas le facteur le plus important ; ce qui importe, c'est la composition chimique du calcul ou, plus exactement, la somme des poids atomiques des divers éléments chimiques dont il est composé, ce qu'on appelle, d'un mot, son poids moléculaire.

Les diverses substances qui entrent dans la composition des calculs urinaires s'échelonnent, d'après leur degré de perméabilité aux rayons X, depuis l'acide urique pur, dont le pouvoir d'absorption ne diffère pas sensiblement de celui des parties molles, jusqu'au phosphate de chaux, dont le pouvoir d'absorption atteint et même dépasse celui du squelette. Cela tient à ce que le poids atomique du calcium et celui du phosphore sont très élevés, tandis que l'acide urique ne contient que des éléments ayant un faible poids atomique.

Pour obtenir de bonnes épreuves, il faut que le dos soit bien au contact de la plaque, que l'on ait vidé l'intestin la veille par un purgatif et que l'on réduise le diamètre antéro-postérieur de l'abdomen en le comprimant.

Le foyer lumineux doit, autant que possible, être réduit à un point. Pour diminuer les rayons secondaires, qui partent de tous les corps frappés par les rayons X, on emploie des rayons peu pénétrants, pas plus pénétrants que ceux marqués au radiochromomètre de Benoist par le numéro 6, et l'on écarte tous les rayons qui ne sont pas strictement nécessaires à la recherche, à l'aide de diaphragmes de plomb qu'on place à la sortie des rayons de l'ampoule et à leur entrée dans la peau.

Béclère conseille aussi de pratiquer la stéréoradiographie, en prenant successivement deux clichés dans deux positions différentes convenablement choisies, de l'ampoule radiogène de telle sorte que les deux images, examinées au stéréoscope, donnent l'impression d'un objet unique avec l'illusion du relief et de la profondeur.

Dr Henri Hartmann,

Professeur agrégé à la Faculté de Médecine.
Chirurgien de l'Hôpital Lariboisière.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Bauer (G.), *Professeur ordinaire à l'Université de Münich.* — **Vorlesungen über Algebra** (*éditées par le Mathematischer Verein de Münich*). — 1 *vol. in-8° de* IV-376 *pages, avec un portrait et* 11 *figures dans le texte.* (*Prix* : 16 *fr.* 50). *Teubner, Leipzig,* 1903.

En nous faisant connaître les Leçons d'Algèbre de M. Bauer, le *Mathematischer Verein* de Münich nous permet d'assister à un véritable tour de force : car c'en est un que de condenser dans un aussi court espace la plus grande partie de l'Algèbre supérieure de Serret.

Malheureusement, le rédacteur n'a pu obtenir ce résultat sans quelques inconvénients : il a été obligé, pour l'atteindre, de faire perdre à l'enseignement de M. Bauer un peu de sa rigueur. Il était possible à Serret, mais il n'est plus admissible aujourd'hui, de démontrer le théorème de d'Alembert en introduisant le module minimum du premier membre de l'équation, sans prendre soin, sinon de démontrer rigoureusement l'existence de ce minimum, au moins de faire remarquer qu'une telle démonstration est nécessaire.

De même, c'est simplifier un peu trop aisément la démonstration du théorème d'Abel (impossibilité de résoudre algébriquement les équations de degré supérieur au quatrième) que d'admettre *à priori* et implicitement la rationnalité, en fonction des racines, de toutes les quantités qui interviennent dans le calcul. Non que je voie un inconvénient à faire comprendre le véritable principe d'un raisonnement sans insister sur les minuties de rigueur; mais, encore une fois, il faudrait, au moins, faire allusion à l'existence de la difficulté et indiquer qu'elle a été résolue.

Quelques additions utiles ont été faites au vieux plan de Serret. Bien entendu, le chapitre relatif aux déterminants a été profondément renouvelé. On lira avec intérêt celui qui est consacré à la méthode de Graeffe pour la résolution des équations numériques.

JACQUES HADAMARD,
Professeur suppléant au Collège de France.
Maître de conférences à la Sorbonne
et à l'Ecole Normale Supérieure.

D'Ocagne (Maurice), *Professeur à l'Ecole des Ponts-et-Chaussées, Répétiteur à l'Ecole Polytechnique.* — **Exposé synthétique des principes fondamentaux de la Nomographie.** — 1 *vol. de* 62 *pages* (*Extrait du Journal de l'Ecole Polytechnique*). *Gauthier-Villars, éditeur. Paris,* 1903.

On connaît déjà assez la Nomographie pour qu'il soit bien inutile de l'expliquer en détail. Au besoin, nous renverrons à la notice que M. Laisant a consacrée dans la *Revue* (1899, page 526) au grand Traité de Nomographie de M. d'Ocagne.

C'est une branche des « Mathématiques appliquées aux arts », laquelle, sans se réclamer aucunement de la haute science théorique, se propose le but pratique suivant : faciliter les calculs numériques qu'exigent les applications, au moyen de procédés et d'appareils spéciaux (abaques, etc.).

M. d'Ocagne a consacré à la Nomographie sa vie scientifique. Il a eu le double plaisir de voir ses travaux couronnés par l'Académie des Sciences (Prix Poncelet 1902) et ses méthodes *effectivement appliquées* par les praticiens (manuels de tir de la marine italienne, etc...)

Tout cela est bien connu. Je me bornerai à indiquer le caractère spécial du présent livre. Le Traité était surtout consacré aux applications. Le présent livre rappelle et précise quelles sont les considérations mathématiques fondamentales pour la Nomographie.

LÉON AUTONNE.
Maître de Conférences de Mathématiques
à la Faculté des Sciences de Lyon.

Appell (P.), *Membre de l'Institut, Doyen de la Faculté des Sciences de Paris,* et **Chappuis** (J.), *Professeur à l'Ecole Centrale.* — **Leçons de Mécanique élémentaire (à l'usage des élèves des classes de 1re).** — 1 *vol. de* VII-177 *pages, avec* 76 *figures.* (*Prix* : 2 *fr.* 75). *Gauthier-Villars, éditeur, Paris,* 1903.

Le programme des études secondaires établi le 31 mai 1902, en remaniant considérablement les matières enseignées, a nécessité la création, pour la partie scientifique, tout au moins, de manuels plus conformes aux conditions nouvelles de l'enseignement. C'est ainsi que M. Appell a publié, pour les classes supérieures des lycées, un « Cours de Mécanique », à l'usage des candidats à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures. C'est ainsi que, tout récemment, avec la collaboration de M. J. Chappuis, physicien, il a entrepris la publication des « Leçons de Mécanique élémentaire » à l'usage des élèves des classes de 1re latin-sciences ou sciences-langues vivantes. Le premier volume de ces « Leçons » a paru, comprenant les notions géométriques et les éléments de Cinématique. La première partie en est constituée par l'exposition de la théorie des segments et des vecteurs, exposition aussi simple que précise et qui ne comporte que des développements géométriques élémentaires. Elle forme un tout, car elle comprend, avec raison, les moments linéaires et relatifs des vecteurs, relégués d'habitude au chapitre de la Statique.

La Cinématique débute par l'étude des unités; les auteurs y ont donné, très judicieusement, quelques développements aux notions préalables de la relativité de la notion de mouvement, de l'égalité et de la mesure du temps. Au sujet de la « Cinématique du point », qui vient ensuite, il faut applaudir à l'introduction de la notion de dérivée dans l'étude des vecteurs vitesse et accélération. Voilà un progrès qu'on nous permettra de trouver heureux par la simplification en même temps que par la précision qu'il apporte. Les propriétés caractéristiques des mouvements rectiligne et curviligne sont clairement notées; les auteurs abordent même l'étude élémentaire du mouvement oscillatoire simple. Vient ensuite le chapitre relatif aux mouvements d'un système invariable. Les trois types simples (translation, rotation, mouvement hélicoïdal) y sont l'objet d'une rigoureuse étude. En outre, on peut y constater une préoccupation constante à rappeler les applications vraiment usuelles et à donner ainsi un caractère pratique, familier, à ces notions, traitées d'habitude de façon si abstraite. L'enseignement de la Mécanique est ainsi rapproché de celui de la Physique, par un appel franc à l'expérience. Ajoutons que, autant que possible, le raisonnement se substitue aux artifices de calcul. Il est hors de doute, en effet, que c'est bien dans ce sens que doit être comprise l'étude élémentaire de cette science, qui a été trop longtemps un ensemble de spéculations théoriques déplacées dans l'Enseignement secondaire. Nous attendons donc avec confiance le prochain volume, conçu dans le même esprit, que les auteurs ont promis aux élèves de la classe de Mathématiques.

ED. DÉMOLIS,
Maître à l'École professionnelle de Genève.

2° Sciences physiques

Rowland (Henry Augustus). — **Physical Papers** (*collected for publication by a Committee of the Johns Hopkins University*). — 1 *vol. in-8° de* 704 *pages et* 5 *pl.* (*Prix* : 40 *fr.*). *Baltimore, The Johns Hopkins Press*, 1903.

Lorsque Henry A. Rowland mourût en août 1901, ses collègues de l'Université Johns Hopkins formèrent un Comité pour élever un monument à sa mémoire. Ce Comité estima avec raison que le monument le plus précieux et le plus durable, l'hommage le plus beau et le plus utile serait la publication d'un recueil des travaux de l'illustre physicien. Ces travaux, épars dans divers journaux scientifiques, n'avaient jamais été réunis et il était devenu difficile de se procurer quelques-uns d'entre eux.

Le recueil ainsi projeté vient de paraître en un beau volume, orné d'un magnifique portrait du grand savant; il renferme, ce seul livre, toute l'œuvre de Rowland, à l'exception d'un petit nombre de Mémoires de Mathématiques dont la reproduction ne présentait pas un grand intérêt, à l'exception aussi des tableaux de longueurs d'onde, résultats de mesures aujourd'hui classiques, qui auraient alourdi le volume et qui se trouvent facilement ailleurs.

Si on la mesure au nombre des pages qui la contient, cette œuvre n'est donc pas des plus considérables : beaucoup de physiciens ont, pendant ces trente dernières années, publié avec plus d'abondance de plus longs Mémoires; mais il n'en est guère qui aient, autant que Rowland, contribué au véritable progrès de la science. Tous ses travaux ont ce caractère de netteté, de précision qui seul fait les résultats définitifs; ils sont tous présentés avec une grande sobriété, une concision parfaite; aucun hors-d'œuvre superflu, aucune digression; l'auteur va toujours droit au but; dans chacun de ses Mémoires, un sujet unique est abordé, mais il est étudié à fond. Rowland était bien tel qu'il peint, dans un de ses discours, le véritable physicien : esprit solide et vigoureux, travaillant sans parti pris, mais avec passion, craignant les conceptions chimériques, cherchant la vérité dans l'expérience et non dans son imagination, préférant les faits aux hypothèses, les réalités tangibles aux systèmes hasardeux; il possédait cette opiniâtre persévérance et ce souci de la rigueur qui achèvent et complètent les découvertes.

Dès 1865, à peine âgé de dix-sept ans, Rowland écrivait au directeur du journal « *Scientific American* » une curieuse petite lettre sur les vortex qui est reproduite dans le recueil actuel; cette lettre, ainsi que quelques autres essais publiés les années suivantes sur les phénomènes de résonance et sur le spectre de l'aurore boréale, permettaient déjà de prévoir le talent de l'auteur. Mais ses premiers travaux vraiment importants datent de 1873; c'est alors qu'il publia ses recherches sur le magnétisme. La lecture des Mémoires qu'il a consacrés à cette question est des plus intéressantes; elle établit d'une façon incontestable que, dès cette époque, il comprit nettement l'importance de la notion de perméabilité du fer et qu'il découvrit, le premier, les lois fondamentales du circuit magnétique. On relit de même avec grand profit la relation des expériences qu'il fit en 1875 sur la détermination de la valeur absolue de l'unité Siemens, puis, en 1884 et 1887, sur celle de l'ohm, et aussi de celles qu'il consacra à diverses époques aux effets magnétiques de la convection électrique. Ces expériences ont, au point de vue théorique, une importance de premier ordre; on se rappelle le mouvement scientifique auquel elles ont donné lieu et l'on sait que, tout récemment encore, de mémorables débats, où, de part et d'autre, la plus grande ingéniosité fut dépensée, se terminèrent par la consécration définitive de l'idée fondamentale de Rowland.

Parmi les autres travaux de l'auteur qui peuvent être considérés comme des modèles d'expériences de haute précision, les déterminations de l'équivalent mécanique de la chaleur, avec les recherches accessoires sur la comparaison du thermomètre à mercure et du thermomètre à air et sur la varition de la chaleur spécifique de l'eau, mériteront toujours d'être consultées. Dans un autre chapitre de la Physique, en Optique, il a publié aussi des Mémoires du plus haut intérêt; on relira longtemps ses admirables Notices sur la construction des réseaux et sur les mesures spectroscopiques. Les éditeurs du recueil ont eu l'excellente idée d'ajouter aux Mémoires une description complète, qui n'avait jamais été donnée jusqu'ici, des machines à diviser qui permirent à Rowland d'obtenir les magnifiques réseaux que l'on sait; cette description, accompagnée de plusieurs planches très belles et très nettes, est l'un des attraits du livre.

L'œuvre de Rowland est une œuvre de science pure; l'illustre physicien n'a rien publié lui-même qui touche aux applications de la science. Dans un des discours qu'il prononça comme président de diverses sociétés scientifiques, discours qui sont tous reproduits dans le livre après les Mémoires, il se fait l'éloquent défenseur de la science pure; il s'élève contre le caractère que l'on attribue volontiers à ses compatriotes : d'être, avant tout, des hommes soucieux de l'intérêt pratique immédiat et peu curieux des vérités scientifiques qui ne paraissent pas directement utilisables. Aussi bien, les découvertes les plus désintéressées du savant apportent-elles souvent une aide précieuse, quoique imprévue, à la pratique; c'est ainsi, par exemple, que les progrès de l'industrie électrique ont été singulièrement facilités par les travaux purement théoriques de Rowland lui-même sur le circuit magnétique.

Dans la belle Notice nécrologique qu'il lui avait consacrée peu de temps après sa mort, Notice qui est reproduite en tête de l'ouvrage, le Dr Thomas C. Mendenhall cite cette anecdote : Dans une réunion d'une société scientifique, Rowland lisait un Mémoire sur la théorie des générateurs électriques; à un certain moment, il fut interrompu par un ingénieur qui avait une grande expérience pratique des dynamos et qui fit observer que la pratique était malheureusement en contradiction formelle avec la théorie en question; pour toute réponse Rowland se contenta de dire : « Tant pis pour la pratique », et il continua sa démonstration. Il avait le droit, ce pur savant, de parler ainsi; ce n'était chez lui ni vaine fatuité, ni ignorant mépris; mais il savait que les travaux du savant doivent servir de guide aux hommes pratiques et que la pratique doit changer de route quand elle n'est pas d'accord avec une théorie rigoureusement établie; il se rendait compte que ses découvertes recevraient quelque jour des applications parce qu'elles ne consistaient pas dans la construction de vagues hypothèses, mais dans la mise en lumière de faits importants solidement établis.

LUCIEN POINCARÉ,
Inspecteur général de l'Instruction publique.

Ledebur (A.), *Professeur à l'Académie des Mines de Freiberg.* — **Traité de Technologie mécanique métallurgique** (*traduit sur la* 2e *édition allemande par* G. HUMBERT). — 1 *vol. in-8° de* 749 *pages avec* 729 *figures.* (*Prix* : 25 *fr.*) *Gauthier-Villars, éditeur, Paris*, 1903.

Ce titre paraît un peu lourd, mais il n'est pas pour effrayer les mécaniciens et les métallurgistes auxquels il s'adresse et pour qui le maniement de tonnes de métal n'est qu'un simple jeu. Ils auraient, d'ailleurs, le plus grand tort de s'en effrayer, car ils trouveront dans ce livre un exposé clair, logique et scientifique de toutes les transformations mécaniques que l'on peut faire subir à un lingot de métal et de toutes les variétés d'outils qui permettent ces transformations.

Nombreux sont nos traités de Métallurgie, mais combien rares sont les traités mécaniques de cette espèce, qui sont cependant la suite naturelle des premiers!

L'ouvrage débute par la description des métaux et des alliages employés pour la fabrication des objets usuels. Ici nous exprimerons un regret, presque le seul que nous ayons à formuler : c'est que l'auteur ait passé sous silence les belles études d'Osmond, Le Chatelier, Guillemin, Charpy, Guillet, etc., sur la structure microchimique des alliages, études qui, cependant, ont permis d'interpréter un grand nombre des propriétés de ces alliages.

L'auteur traite ensuite des différents *travaux* qu'on peut faire subir à un métal : *travail par fusion* (coulées, moulages, fours, etc.), *travail basé sur la malléabilité* (presses, laminoirs, bancs d'étirage, emboutissage, etc.), *travaux de séparation* (machines à tourner, à raboter, à fraiser, à scier, etc.), *travaux d'assemblage* (pliage, serrage, rivetage, soudage, etc.), etc.

Cette *première partie* de l'ouvrage est écrite à un point de vue tout à fait général, c'est-à-dire sans considération de l'espèce des objets fabriqués. Dans la *seconde partie*, l'auteur traite de quelques cas particuliers, où sont appliqués les procédés étudiés dans la première partie : Fabrication des tôles, des grains de plomb, des caractères, des tuyaux, des vis, des clous, des monnaies, des aiguilles, des serrures, etc.

On voit par cet aperçu, que nous avons fait très incomplet, le travail considérable réalisé par l'auteur et son utilité incontestable pour tous ceux qui s'occupent de Métallurgie et de Mécanique. Et ce n'est pas là l'expression d'une convenance banale, c'est l'expression de notre conviction profonde. Rarement, en effet, nous avons rencontré un ouvrage industriel plus sûrement renseigné; on sent qu'on a affaire à un auteur qui a vécu dans les métiers qu'il décrit, qui s'y est rompu. Les rares erreurs que nous y avons rencontrées — et comment n'y en aurait-il pas dans une succession de sujets aussi variés? — sont des erreurs de détail sans grande importance. Aussi faut-il savoir gré à M. Humbert d'avoir rendu ce livre accessible aux industriels français en le traduisant d'une façon très claire, ce qui n'est pas chose facile.

A. Hollard,
Chef du Laboratoire central
de la Compagnie française des Métaux.

Candlot (E.), *Directeur de la Compagnie parisienne des Ciments Portland artificiels.* — **Chaux, Ciments et Mortiers.** — 1 *vol. in-16 de* 190 *pages avec* 51 *fig. de l'Encyclopédie des Aide-mémoire.* (*Prix : broché*, 2 *fr.* 50; *cartonné*, 3 *fr.*). *Gauthier-Villars et Masson, éditeurs. Paris*, 1903.

Le petit livre que M. Candlot publie dans la série des Aide-mémoire Léauté est l'abrégé, mis à jour sur quelques points, de son ouvrage classique sur les ciments et chaux hydrauliques; il possède toutes les qualités de son grand frère aîné comme méthode, clarté et choix judicieux des matières exposées. Sans entrer dans trop de détails, l'auteur donne cependant des développements suffisants pour rappeler nettement au lecteur les principes essentiels du sujet qu'il traite et les principales données relatives à la fabrication et à l'emploi de ces matériaux.

Après un premier chapitre qui parle des chaux hydrauliques, on trouve une deuxième partie consacrée aux ciments naturels et artificiels : ces derniers surtout occupent une place assez large, ce qui est parfaitement justifié par l'importance croissante que prend le ciment Portland dans les constructions modernes, civiles, militaires et maritimes.

L'ouvrage continue par l'étude des mortiers et présente ensuite, dans une quatrième partie, les procédés employés pour l'essai des ciments, des chaux et des sables. A la fin du volume, on trouve annexés les documents officiels sur les fournitures de ciments et de chaux hydrauliques destinées aux travaux publics, avec les différents modèles de cahiers des charges.

Tous ces chapitres résument exactement le sujet auquel ils sont consacrés et sont illustrés par de nombreuses figures.

M. Candlot a jugé avec raison que les discussions théoriques ne sont pas à leur place dans un aide-mémoire; il a, par suite, laissé de côté les théories imaginées sur la constitution, la prise et le durcissement des matériaux hydrauliques. Les lecteurs désireux de connaître et d'étudier ces questions complexes et encore si controversées les chercheront dans des ouvrages plus complets et dans les publications périodiques qui les présentent au public.

En limitant ainsi son sujet, l'auteur a pu donner plus de développement aux parties qui offrent une utilité et un intérêt immédiats, but principal de ce genre de publications, et nous ne doutons pas que son volume ne soit appelé à rendre service à tous ceux qui auront besoin de s'occuper de cette matière sans y être spécialistes.

G. Arth,
Directeur de l'Institut chimique de Nancy.

3° Sciences naturelles

Jumelle (Henri), *Professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Marseille.* — **Les Plantes à caoutchouc et à gutta** (EXPLOITATION, CULTURE ET COMMERCE DANS TOUS LES PAYS CHAUDS). — 1 *vol. de* 543 *pages. Aug. Challamel, éditeur. Paris*, 1903.

Ce livre est une contribution importante à l'histoire générale des plantes à caoutchouc. Depuis dix ans, les progrès de nos connaissances sur cette question sont considérables. On s'en rend bien compte en lisant cet ouvrage, deuxième édition, complétée et étendue, de l'ouvrage du même auteur qui, en 1898, n'embrassait, d'ailleurs, que les colonies françaises. On y trouve des documents pittoresques et nouveaux sur les méthodes de travail et le commerce des seringueiros brésiliens, observés sur place par M. Bonnechaux, et d'autres sur les balatiers de l'Orénoque, d'après MM. Herbet et Joubert.

La récolte du caoutchouc de *Castilloa*, du Haut-Amazone, dont l'aire géographique laisse une marge importante à la multiplication, dans les parties à atmosphère très humide; les méthodes industrielles employées pour la séparation mécanique des globules et du sérum par les barattes et les écrémeuses centrifuges, fournissent aussi des données récentes.

Enfin, on y peut lire ce qui est connu sur les plantes (*Carpodinus*, *Clitandra*...) dont les parties souterraines fournissent le *caoutchouc des herbes*, sur lequel la Mission Chevalier attire actuellement l'attention.

Mais c'est surtout l'étude botanique qui nous apporte son contingent de nouveautés. Elle embrasse 25 genres de plantes à caoutchouc réparties dans les quatre familles des *Euphorbiacées* (4 genres), *Artocarpées* 2 g.), *Asclépiadées* (3 g.) et *Apocynées* (16 g.).

L'auteur n'a qu'une confiance médiocre dans la réussite des tentatives actuelles de culture des plantes à caoutchouc essayées loin des contrées d'origine de ces plantes. Aussi bien pour les *Hevea* que pour le *Manihot Glaziovii*, il y aurait à prévoir un échec presque général. Par contre, on possède maintenant sur ces deux genres des indications qui sont intéressantes : Les Hevea sont beaucoup plus répandus qu'on ne le croyait en Amazonie; et le Manihot, de son côté, cultivé dans son pays d'origine, pourrait donner du caoutchouc de Ceara dès la cinquième année. Le genre *Sapium* (14 esp. à caoutchouc) a une valeur hier encore insoupçonnée. M. Jumelle essaie une identification des divers *Sapium* américains, ou *locheros*, dont le polymorphisme rend parfois les diagnoses incertaines. Il est bon de noter, en particulier, la croissance rapide et la grosse production du *Sapium tolinense* Hort. On lira avec intérêt des renseignements sur l'*Euphorbia Intisy* de Madagascar. Dans une monographie d'une quinzaine d'espèces de *Ficus*, l'auteur s'étend sur le *F. elastica*, qui supporte les températures de 8°, et dont les essais de culture à Java et à Sumatra sont intéressants pour l'Indo-Chine française.

Les faits concernant le caoutchouc noir de Mada-

gascar, fourni par le *Mascarenhasia lisianthiflora*, les connaissances très étendues maintenant sur les *Landolphia* sont exposés avec les documents dus, en partie, à M. Terrier de la Bathie pour Madagascar, à MM. Chevalier et Lecomte pour le Soudan et le Congo, et aux recherches personnelles de l'auteur.

Mentionnons encore les études sur les genres *Xylinabaria*, *Ecdysanthera*, *Parameria*, *Urceola*, *Willughbeia.*; puis les genres *Funtumia*, *Hancornia*, *Chilocarpus*, *Hymenolophus*, *Chonemorpha*, *Micrechites*, *Forsteronia*, *Cryptostegia*, *Marsdenia* et *Cynanchum*. 25 figures de rameaux et de feuilles contribuent à donner une idée de ces végétaux.

En ce qui concerne les *Sapotacées* à gutta, nous mentionnerons le succès récent des procédés d'extraction, par un traitement mécanique, des feuilles qui donnent, en gutta de première qualité, 1/60 de leur poids frais. Les essais de culture à Java ont réussi, et les *Palaquium Gutta*, *P. borneense*, *P. oblongifolium* semblent indiqués pour la culture qui doit remédier aux dévastations d'hier.

D'autre part, la production du *Mimusops Balata*, intéressante pour les Guyanes et le Venezuela, est en extension marquée.

Ce rapide exposé ne peut montrer tout l'intérêt et le mérite du livre de M. Jumelle, auquel les auteurs ultérieurs auront à se reporter. Ajouterons-nous pourtant une légère critique? Sans doute beaucoup de lecteurs regretteront, et avec raison, croyons-nous, qu'un travail scientifique si étendu ne soit pas pourvu d'une bonne table bibliographique, renvoyant tout au moins aux descriptions initiales des espèces. C'est dans les ouvrages de cette sorte que les renseignements bibliographiques sont le plus utiles, et nous souhaitons vivement que l'auteur puisse combler cette lacune dans une édition ultérieure.

EDMOND GAIN,
Directeur des Études Agronomiques et Coloniales à l'Université de Nancy.

Bordier (H.). — **Précis de Physique biologique.** *2e édition.* — *1 vol. in-8° de 649 pages avec 288 figures et une planche en couleurs hors texte. Doin, éditeur. Paris*, 1903.

La rapidité avec laquelle la première édition de la Physique biologique de Bordier s'est écoulée suffirait à prouver combien le besoin de ce petit livre se faisait sentir et justifie les appréciations que j'ai émises sur son compte au moment de son apparition.

M. Bordier a encore trouvé moyen d'apporter à sa seconde édition quelques perfectionnements, principalement en ce qui concerne l'ordre d'exposition de certaines parties. Les questions peu étudiées au moment de la première publication ont reçu un développement en rapport avec leur importance et avec le cadre du livre. L'Electricité médicale, en particulier, y est traitée avec le soin et la compétence que l'on pouvait attendre de l'auteur; un chapitre presque nouveau sur la Biologie, un autre sur la Photothérapie et la Radiothérapie en font un ouvrage tout à fait au courant des derniers progrès de la Physique médicale. Nous ne saurions trop recommander ce traité, très complet sous son petit volume, à tous ceux que ces questions peuvent et doivent intéresser.

Dr G. WEISS,
Professeur agrégé à la Faculté de Médecine.

4° Sciences médicales

Mossé (A.), *Professeur de Clinique médicale à l'Université de Toulouse.* — **Le Diabète et l'Alimentation aux pommes de terre.** — *1 vol. in-8 de 182 pages (Prix : 5 fr.). Félix Alcan, éditeur. Paris.* 1903.

Le diabète ne peut être guéri ni même amélioré sans un régime alimentaire sévère. La diminution, puis la disparition du sucre dans les urines donnent la mesure de l'efficacité du traitement. Or, jusqu'aux travaux de M. Mossé, il était admis que, pour éviter l'augmentation de la glycosurie, le diabétique devait s'abstenir de deux espèces d'aliments : les sucres et les hydrates de carbone, susceptibles de devenir glucose sous l'influence des ferments digestifs; le régime antidiabétique excluait l'usage du sucre, du pain, des féculents, parmi lesquels la pomme de terre.

En effet, le diabétique urine le sucre alimentaire que son organisme n'a pas utilisé. Il convient donc de supprimer de son alimentation les matériaux hydrocarbonés dont la glycolyse serait insuffisante. D'autre part, comme l'a dit Bouchard : « L'alimentation n'est réparatrice que lorsqu'elle est complète. C'est une suppression très grave que celle des féculents dans l'alimentation de l'homme ». Aussi M. Mossé a-t-il été désireux de chercher le coefficient exact de nocivité des différents féculents pour les diabétiques. Or, autant il confirme l'interdiction du pain, autant il tient à réhabiliter la pomme de terre. Il la déclare non seulement inoffensive pour le malade glycosurique, mais l'aliment favorable; et il institue, grâce à elle, un nouveau régime antidiabétique, qu'il nomme, en souvenir du vulgarisateur de ce tubercule : régime Parmentier.

M. Mossé est d'avis que la pomme de terre doit remplacer le pain. Il la recommande cuite à l'eau ou à l'étouffée, et à la dose moyenne de 800 à 1.200 grammes par jour (poids des tubercules crus). Le chiffre qu'il admet pour rétablir une ration alimentaire normale est de 2 1/2 à 3 de pommes de terre pour 1 de pain.

Sous l'influence de ce régime, il a vu la soif des malades disparaître, la quantité de sucre de l'urine s'abaisser, enfin l'état général devenir meilleur, tandis que le remplacement des pommes de terre par le pain amenait des effets inverses. Ainsi, sur les graphiques publiés par M. Mossé, on constate de véritables rechutes apparaissant dès l'abandon du régime Parmentier. En tout cas, l'infraction systématique au régime des classiques n'a jamais provoqué chez ses malades de recrudescence de la glycosurie.

Il ne s'agit pas seulement de diabètes arthritiques améliorés par le régime Parmentier : M. Mossé relate également deux diabètes pancréatiques, d'autres avec complication suppurative, enfin avec albuminurie.

Ces résultats seront pris en considération par ceux qui savent à quel degré le diabétique souffre de l'impossibilité où on le met de manger du pain. Les biscuits de gluten, d'aleurone, recommandés pour en tenir lieu, sont d'un goût peu agréable et d'un prix élevé.

S'il est vrai que la pomme de terre puisse, sans préjudice et même avec avantage, être conseillée aux diabétiques, le traitement de la glycosurie sera certainement facilité.

M. Mossé cherche, dans son Mémoire, à expliquer ce fait paradoxal : l'organisme du diabétique utilisant la fécule de pomme de terre, alors qu'il est incapable de glycolyser celle du pain. Il invoque tout d'abord l'eau de constitution de la pomme de terre, six fois plus abondante que dans la ration équivalente de pain: d'où diminution de la soif chez les malades.

Il remarque aussi que le diabète, dyscrasie acide, est mieux combattu par la pomme de terre que par le pain (1 kilog de pommes de terre introduit dans l'économie 5 grammes de carbonate de potasse; le blé ne fournit pas de carbonates alcalins). Donc alcalinisation de l'organisme grâce au régime Parmentier. M. Mossé montre, en effet, la diminution de l'acidité urinaire pendant toute la période où le diabétique est traité par les pommes de terre.

Au reste, l'intérêt du travail de M. Mossé réside moins dans ces hypothèses que dans les faits cliniques qu'il rapporte. Après les avoir lus, on se sent autorisé à tenter l'emploi prudent du régime Parmentier chez les diabétiques.

FRANÇOIS DEHÉRAIN,
Interne des hôpitaux.

Courmont (J.), *Professeur d'Hygiène*, et **Montagard** (V.), *Préparateur à la Faculté de Médecine de Lyon.* — **Les Leucocytes (technique).** — *Une brochure de 30 pages publiée in l'*Œuvre médico-chirurgical. (*Prix : 1 fr. 25.*) *Masson et Cie, éditeurs. Paris*, 1903.

Dans une forme très succincte, très précise et très claire, cette monographie expose la technique de l'examen du sang et des sérosités, au point de vue des globules blancs; on y trouve décrits les procédés de numération dans le sang humide, et la technique des fixations et des colorations qui permettent d'obtenir de bonnes préparations de sang sec. Les formules indiquées sont nombreuses et judicieusement choisies, les auteurs ayant vérifié la valeur de chacune d'elles dans leurs recherches personnelles.

Le nombre des leucocytes et la proportion de chacune des espèces leucocytaires dans le sang normal, avec leurs variations dans les différentes conditions physiologiques, y sont aussi indiqués d'une façon courte, mais complète, de sorte que cette monographie contient tous les renseignements pratiques nécessaires à connaître pour commencer l'étude des formules hémo-leucocytaires dans les états physiologiques et pathologiques.

A la technique de l'examen histologique du sang, les auteurs ont adjoint la technique de l'examen cytologique des sérosités, qui permet de faire, suivant la méthode de MM. Widal et Ravaut, le cytodiagnostic des épanchements pleurétiques, des ascites, des hydrocèles et des méningites.

Enfin, la monographie contient encore un index bibliographique très riche des principaux ouvrages et mémoires à consulter au sujet des leucocytes.

Sa richesse documentaire, malgré son peu d'étendue, ainsi que la précision de ses détails, font de cet opuscule quelque chose comme le bréviaire de l'hématologiste.

MARCEL LABBÉ,
Médecin des hôpitaux.

5° Sciences diverses

Souchon (A.), *Professeur à la Faculté de Droit de Paris.* — **Les Cartells de l'Agriculture en Allemagne.** — *1 vol. in-16 de 351 pages. (Prix : 4 fr. Librairie A. Colin, Paris*, 1903.

C'est aux environs de 1880, par l'effet de la concurrence mondiale, que la crise agricole a commencé de sévir sur l'Europe. Tandis que les agriculteurs anglais, obligés à se sauver eux-mêmes par les principes libre-échangistes de leur pays, restreignaient aux terres riches les cultures de céréales et développaient l'élevage, ceux de France et d'Allemagne, en particulier, abrités par des barrières douanières, cherchaient à maintenir leurs positions en faisant appel à des méthodes nouvelles qu'ils avaient trop longtemps dédaignées. L'agriculture s'organisait d'abord en vue d'une meilleure production; elle *s'industrialisait* en devenant intensive, partout où cela était avantageux, en appliquant le principe de la division du travail et en se spécialisant d'après la triple loi du sol, du climat et du marché, enfin, en substituant au travail humain le travail mécanique, sous ses formes les plus variées et les plus ingénieuses. On s'aperçut bien vite qu'une pareille transformation était incomplète, et qu'à l'organisation de la production il fallait ajouter l'organisation des débouchés pour arriver à une meilleure vente des produits. L'agriculture fut ainsi amenée à demander à la mise en pratique des procédés coopératifs des méthodes de *commercialisation*. En France, nos syndicats agricoles se sont voués surtout à l'industrialisation, et ils ont, certes, rendu de grands services dans ce domaine; mais leur action sur la vente est beaucoup moins avancée, surtout en ce qui concerne les grands produits, comme les céréales, le raisin, le bétail et ses dérivés. L'Angleterre est dans la même situation que nous, tandis que le Danemark, « perle coopérative de l'Europe », a réalisé des merveilles et que l'Allemagne marche rapidement dans la même voie. Le livre très documenté de M. A. Souchon nous renseigne sur l'état de la question dans ce dernier pays.

Nous avons montré ici-même le rôle immense joué par l'association dans l'expansion commerciale de l'Allemagne. Les agriculteurs se sont mis à l'école des industriels et des commerçants. Non contents de l'organisation des ventes directes, « ils rêvent, nous dit M. Souchon, la domination absolue du marché de leurs produits. Ils entrevoient de grands cartells de l'agriculture, faits, comme ceux de l'industrie, pour arrêter la dépression des prix et les maux de la surproduction ». Des résultats ont déjà été obtenus. Quelle est leur importance actuelle ? Quelles sont leurs chances d'avenir ? Et M. Souchon passe successivement en revue les associations pour la vente des céréales (*Kornhäuser*), inspirées des *Country elevators* américains, la *Centrale für Viehvertretung*, les laiteries coopératives, les projets de création d'un cartell central pour la vente du beurre et du lait, la *Centrale für Spiritus Verwertung* et le cartell du sucre. Ce sont des études comparées avec ce qui existe ailleurs, et que nous ne saurions résumer dans l'espace d'un rapide compte rendu. Il faut les lire dans l'ouvrage, ainsi que les annexes renfermant les statuts des différents cartells.

Dans ses conclusions, M. Souchon cherche à répondre aux deux questions suivantes : Les cartells de l'agriculture sont-ils viables ? Quelle est leur portée sociale et économique ? Nous croyons que l'auteur a raison de ne point partager l'opinion de M. Martin Saint-Léon, dans son livre récent, à savoir que la création des cartells est presque impossible dans l'agriculture. Si les cartells du sucre et de l'alcool sont plutôt de nature industrielle, ils ne laissent pas d'exercer une influence marquée sur l'économie rurale, et les essais concernant la vente du lait, du bétail et des céréales ont bien un caractère exclusivement agricole. La route est ouverte et la lenteur de la marche ne permet pas de pronostiquer un arrêt. D'autre part, de l'étude précédente, il résulte que les cartells devront s'aider des coopératives de vente, lien nécessaire entre l'organisation centrale et le grand nombre des producteurs, que leur formation sera facilitée là où les progrès techniques de la culture sont plus avancés, la propriété moins morcelée, la législation plus libérale et les tarifs douaniers plus élevés. Cette dernière influence n'est pourtant pas générale ; le lait, par exemple, y échappe. Par ailleurs encore, la formation du cartell dépend de la nature du produit ; elle est facilitée si celui-ci constitue une matière première industrielle, et s'il peut être ramené à quelques types commerciaux bien définis.

Le cartell du sucre mis à part, M. Souchon estime bienfaisante la portée économique et sociale de ces unions au point de vue du consommateur. Les prix n'ont pas augmenté, et, par la suppression des intermédiaires, ils pourront même être diminués; enfin, la qualité des produits s'est améliorée. Ce sont là des avantages que l'on ne saurait invoquer pour la défense des cartells industriels, et il importe de souligner cette différence. Au point de vue du producteur, les cartells de l'agriculture n'ont pas agi avec une bien grande efficacité contre la crise agricole qui les a inspirés en partie. C'est qu'en donnant l'espoir d'une hausse des prix, ils n'ont rien fait contre la surproduction, qu'ils ont plutôt encouragée. Et l'on ne voit pas bien comment ils pourraient intervenir à cet égard; c'est là que résident à la fois les difficultés et aussi le danger de ces entreprises. L'enquête vraiment scientifique de M. Souchon apporte une contribution importante à l'étude de ce problème, d'un intérêt vital pour l'agriculture européenne.

P. CLERGET,
Professeur à l'Ecole de Commerce du Locle (Suisse).

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 14 Décembre 1903.

L'Académie présente, à M. le Ministre de l'Instruction publique, la liste suivante de candidats pour la place d'Astronome titulaire vacante à l'Observatoire de Paris : 1° M. **Bossert**; 2° M. **Renan**.

1° Sciences mathématiques. — M. **J. Hadamard** communique ses recherches sur les équations aux dérivées partielles linéaires du second ordre. — M. **E. Goursat** généralise la théorie des fractions continues algébriques. — M. **G. Wallenberg** étudie l'équation différentielle de Riccati du second ordre. — M. **A. Hérisson** indique un procédé simple permettant d'obtenir, sur la paroi d'un cylindre qui tourne, de grandes pressions avec de faibles efforts. — M. **Cannevel** présente un nouveau moteur à combustion par compression à quatre temps. Il ne contient aucun organe d'allumage, fonctionne sans explosion et sans bruit ; la combustion étant complète, il n'y a pas de mauvaises odeurs à l'échappement. — M. **A. Pérot** a déterminé les efforts développés dans le choc d'éprouvettes entaillées. Les efforts exercés croissant très vite, l'intervalle de temps correspondant à la production de l'effort sur le ressort est inférieur à 0,0005.

2° Sciences physiques. — M. **P. Duhem**, à propos d'une Note récente de M. Maurain sur la suppression de l'hystérésis magnétique par un champ magnétique oscillant, montre théoriquement que l'emploi de vibrations mécaniques doit conduire au même résultat. — M. **H. Deslandres**, étudiant les spectres de lignes et de bandes, montre qu'ils peuvent apparaître en même temps; mais le spectre de lignes correspond à une intensité plus grande du courant qui produit l'étincelle; il subsiste seul lorsque ce courant atteint une certaine valeur. — MM. **J. Macé de Lépinay** et **H. Buisson** décrivent une nouvelle méthode de mesure des indices et des épaisseurs par l'observation des anneaux des lames parallèles et des franges des lames mixtes. — M. **Eug. Bloch** confirme la présence d'ions dans l'émanation du phosphore par la mesure des mobilités et des coefficients de recombinaison. — M. **A. Blanc** a étudié une résistance de contact constituée par un cohéreur formé d'un plan d'acier et d'une bille d'acier. Antérieurement à toute cohération, la résistance de contact dépend d'une manière réversible de l'intensité du courant qui la traverse. Il en est de même après; pendant la cohération, il se produit une diminution irréversible. — M. **Aug. Charpentier** a reconnu que l'organisme humain et, en particulier, les muscles et les nerfs émettent des rayons *n*. — M. **C. Matignon** a observé que tous les métaux de la mine de platine sont chlorurés par le mélange $O + HCl$. — M. **Léon Guillet** a reconnu que seuls les aciers contenant moins de 5 % de Si sont utilisables; ils offrent une plus grande résistance au choc après trempe qu'avant. Ils renferment probablement deux solutions de silicium dans le fer : Fe-Si et $Fe\text{-}Fe^2Si$. — M. **O. Boudouard** indique une méthode nouvelle de détermination des points critiques du fer et de l'acier, basée sur l'enregistrement photographique des courbes de thermoélectricité. — MM. **F. Osmond** et **G. Cartaud** ont étudié, au point de vue micrographique, les fers météoriques. Ils ont été, au-dessus de certaines températures, des solutions solides homogènes de fer γ et de nickel β. Au refroidissement, cette solution a laissé déposer, selon sa teneur, de la kamacite, de la taenite, ou de la kamacite et de la taenite. La plessite est l'eutectique kamacite-taenite. — MM. **C. Chabrié** et **A. Bouchonnet** ont obtenu un sesquiséléniure d'iridium par l'action de l'hydrogène sélénié sur une solution chaude de sesquichlorure d'iridium; on ne peut l'obtenir par voie sèche. — M. **Alb. Colson** n'a pu obtenir d'acéto-chlorure de magnésium ou de calcium par l'action du chlore sur l'acétate de Mg ou de Ca. — M. **L. Dubreuil** a étudié l'action des bases pyridiques et quinoléiques sur les dérivés bromés de l'acide succinique; elle varie avec la nature de la base et du solvant et conduit, suivant le cas, aux acides malique, fumarique, bromofumarique, bromomaléique et acétylène-dicarbonique. — M. **P. Brenans**, en partant de l'orthonitraniline diiodée 1:4:6:2, a obtenu un nouveau phénol triiodé $C^6H^2OHI^3$ 1:3:5:6, F. 114°. — MM. **P. Sabatier** et **J.-B. Senderens**, en faisant passer sur du nickel réduit, maintenu à 215°-230°, un mélange de vapeurs de phénol et d'hydrogène en excès, ont obtenu un mélange de cyclohexanol et de cyclohexanone, qu'ils ont ensuite transformé soit en cyclohexanol pur par réduction, soit en cyclohexanone pure par oxydation. — M. **J. Minguin** communique ses recherches sur la stéréoisomérie dans les éthers camphocarboniques substitués et l'acide méthylhomocamphorique. — M. **M. François** a préparé un certain nombre d'iodures de mercurammonium dérivés des amines primaires et tertiaires. — M. **P. Carré** a constaté que l'acide phosphorique peut former avec la glycérine trois éthers à l'air libre et dans le vide : 1° un mono-éther, l'acide glycérophosphorique ordinaire, mono-acide à l'hélianthine et diacide à la phtaléine; 2° un diéther mono-acide à l'hélianthine et à la phtaléine; 3° un triéther neutre aux indicateurs colorés. — M. **F. Battelli** a reconnu, à la suite de Cohnheim, que la fermentation alcoolique du sucre, obtenue *in vitro* par les extraits d'organes d'animaux supérieurs, serait due à la présence de microorganismes et non à l'action d'une enzyme ou d'un nucléoprotéide d'origine animale. — M. **A. Boidin** a constaté que l'action de l'amylo-coagulase sur les moûts de maïs a pour effet de précipiter une partie de l'amylase avec l'amidon. Cette précipitation est différente de la rétrogradation des empois d'amidon, provoquée par les sels alcalins.

3° Sciences naturelles. — MM. **André Broca** et **D. Sulzer** ont reconnu que les sources modernes à très haute température, comme l'arc électrique ou les lampes à incandescence très poussées, sont nuisibles à l'œil, au lieu que les manchons à incandescence, dont l'émission est surtout dans le vert, sont, au contraire, très favorables à l'hygiène oculaire. — MM. **G. Moussu** et **J. Tissot** ont étudié la circulation de la glande parotidienne en état d'activité. Pour calculer la dépense de la glande, il faut faire intervenir le débit salivaire et l'augmentation de la richesse en globules rouges du sang veineux. — M. **C. Phisalix** a trouvé que, au moment du frai, les œufs du Crapaud renferment les mêmes poisons que les glandes à venin. Dans le cours du développement, ces principes se transforment et sont utilisés à la nutrition des cellules. — M. **G. Coutagne** montre que l'étude des croisements entre taxies différentes (modalités nettement disjointes) est susceptible de fournir directement ou indirectement des données intéressantes sur la nature et le fonctionnement de tous les facteurs élémentaires de l'hérédité. — M. **L. Boutan** a reconnu que, contrairement à l'opinion courante, la perle fine, bien qu'elle semble naître dans l'intérieur des tissus de certains Mollusques, est cependant une production de l'épithélium externe du manteau, au même titre que la coquille et les perles

dites de nacre. — MM. **R. Zeiller** et **P. Fliche** ont découvert des strobiles de *Sequoia* et de *Pinus* dans le Portlandien des environs de Boulogne-sur-Mer. — MM. **A. Yermoloff** et **E.-A. Martel** communiquent leurs observations sur la géologie et l'hydrologie du Caucase occidental.

Séance du 21 Décembre 1903.

Séance publique annuelle pour 1903. M. **A. Gaudry**, Président, prononce le discours d'usage, puis fait connaître les prix décernés cette année par l'Académie. — M. **G. Darboux**, Secrétaire perpétuel, lit l'éloge historique de François Perrier.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 17 Décembre 1903.

Séance publique annuelle pour 1903. M. **Motet** lit le Rapport général sur les prix décernés cette année, puis M. le Président proclame les noms des lauréats. — M. **S. Jaccoud**, Secrétaire perpétuel, prononce l'éloge de Malgaigne.

Séance du 22 Décembre 1903.

L'Académie procède au renouvellement de son Bureau pour 1904. M. **Léon Collin** est élu vice-président. M. **Motet** est maintenu, par acclamations, sécrétaire annuel.

M. **E. Gley** présente un Rapport sur un Mémoire du Dr **Maurice Mignon** relatif à l'emploi du diapason dans l'exploration de quelques organes. L'auteur a obtenu de bons résultats par ce procédé dans l'exploration de la tête, des sinus de la face, des os, du thorax et des poumons. — M. **J. Renaut** montre que la macération de rein, appliquée aux malades atteints d'insuffisance urinaire, constitue l'une des médications les plus actives et les plus efficaces qu'on ait proposées jusqu'ici. Elle exerce avec rapidité des effets diurétiques intenses. C'est une médication antitoxique au premier chef, provenant de la sécrétion glandulaire des cellules épithéliales des tubes contournés à bordure en brosse. — M. **P. Brouardel** expose les débats de la récente Conférence sanitaire internationale de Paris (10 octobre-3 décembre 1903) (voir p. 8).

Séance du 29 Décembre 1903.

L'Académie procède à la discussion du Rapport de M. Albert Josias sur le lazaret du Frioul (voir p. 9). Les conclusions en sont adoptées avec une légère modification. — M. **Kermorgant** a étudié la répartition de la maladie du sommeil dans le Gouvernement général de l'Afrique occidentale française. On doit considérer comme profondément contaminées les régions ci-après : la Casamance, la plus grande partie de la Haute-Guinée, l'hinterland du Libéria et de la Côte d'Ivoire, le Lobi ; le Baol, le Cayor, le Baoulé, le pays des Bobos présentent des foyers secondaires. — M. **Babinski** lit un Mémoire sur le traitement des affections de l'oreille et en particulier du vertige auriculaire par la rachicentèse. — M. **Heryng** donne lecture d'un travail sur le traitement des affections des organes respiratoires au moyen d'un appareil d'inhalation thermo-régulateur et gazéificateur.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 28 Novembre 1903.

MM. **F. Barjon** et **Cl. Regaud** décrivent quelques modifications à leur méthode de collodionnage des éléments anatomiques dissociés. — M. **V. Henri** a observé que l'excitation d'un nerf viscéral produit, chez les Poulpes, la sécrétion d'un suc hépato-pancréatique rouge-brun, différent de celui qui est sécrété pendant la digestion. — M. **M. Nicloux** réfute les objections de M. Mouneyrat à la présence normale de glycérine libre dans le sang. — M. **Ch. Garnier** a trouvé une certaine quantité de lipase dans les cultures de *Sterigmatocystis versicolor*, *S. nigra* et *S. nidulans*. — M. **E. Maurel** rappelle qu'il a déjà montré antérieurement que la désagrégation des leucocytes du sang est indépendante de la coagulation sanguine. — M. **E. Brumpt** a produit expérimentalement la maladie du sommeil chez un singe (*Macacus cynomolgus*) en lui inoculant du liquide céphalo-rachidien riche en Trypanosomes. — Le même auteur montre que la mouche tsé-tsé est l'agent de transmission de la maladie du sommeil ; cette même mouche peut transmettre également une filariose. — M. **L. Bard** a reconnu la formation de pigments biliaires aux dépens du sang épanché dans la cavité arachnoïdienne. — M. **G. Rosenthal** montre que le coccobacille de Pfeiffer n'est pas le microbe spécifique de la grippe, mais un saprophyte des voies respiratoires pouvant, comme les autres saprophytes, devenir pathogène. — MM. **L.-G. Simon** et **H. Stassano** ont constaté que les conditions physiologiques qui provoquent une sécrétion entérique active déterminent un afflux proportionnel de cellules éosinophiles dans la muqueuse intestinale et leur passage dans les glandes, où l'on peut les voir se transformer en produits de sécrétion. — M. **L. Monfet** montre que la diazoréaction reconnaît pour cause, dans l'urine, une exagération des dérivés aromatiques conjugués. — M. **C. Levaditi** décrit une nouvelle méthode pour la coloration des spirilles et des trypanosomes dans le sang, basée sur l'emploi du brun Bismarck et du bleu polychrome. — M. **L. Maillard** a étudié le dosage de l'indoxyle par la méthode de nitration des couleurs indigotiques. Exécutée correctement, elle est exacte ; mais la méthode de sulfonation paraît plus sensible. — M. **H. Grenet** a reproduit expérimentalement le purpura en faisant intervenir trois facteurs : une altération hépatique, une altération nerveuse et une intoxication agissant localement sur le système nerveux. — MM. **Ardin-Delteil** et **Monfrin** ont reconnu que, même à forte dose, le liquide céphalo-rachidien des paralytiques généraux n'est pas toxique, injecté dans les veines du lapin. — MM. **H. Lamy** et **A. Mayer** ont constaté qu'il n'y a pas de rapport constant entre le degré absolu de la pression artérielle générale, de la vaso-dilatation et de la viscosité du sang et celui de l'activité sécrétoire du rein. La sécrétion glomérulaire n'est pas un simple problème d'Hydrodynamique ; elle dépend de l'activité des cellules glandulaires. — M. **J. Lefèvre** indique l'ensemble des conditions à respecter pour aborder l'étude du rayonnement en fonction de la seule température. — MM. **E. Rist** et **L. Ribadeau-Dumas** ont immunisé le lapin, par injection de doses faibles progressivement croissantes de taurocholate de soude, contre l'action hémolytique de ce dernier. Il se produit au début une chute marquée du nombre des hématies, mais celles-ci reviennent dans la suite à la proportion normale. — M. **J.-P. Langlois** a étudié la polypnée thermique sur un reptile du Sénégal, l'*Agama colonorum*. La dépression barométrique la fait disparaître.

Séance du 5 Décembre 1903.

M. **Et. de Rouville** a entrepris la révision des Nématodes libres marins de la région de Cette ; il décrit toutes les espèces qu'il a trouvées et dont trois sont nouvelles. — M. **A.-M. Bloch** a traité des plaies anciennes et rebelles par l'exposition à la lumière du jour. La lumière blanche avive les plaies atones et active le travail de la cicatrisation. — MM. **F. Widal** et **Javal** ont étudié les variations de la perméabilité du rein pour le chlorure de sodium, au cours du mal de Bright ; elles sont assez prononcées et dépendent, dans une certaine mesure, de l'état de chloruration de l'organisme. — MM. **J.-E. Abelous** et **J. Aloy** ont reconnu qu'il existe dans l'organisme un ferment à la fois oxydant et réducteur. Il est à présumer que la réduction des combinaisons oxygénées se fait par hydrogénation. — M. **Ch.-A. François-Frank** décrit quelques points de

technique relatifs à la photographie et à la chronophotographie avec le magnésium à déflagration lente. — M. F.-J. Bosc montre que les caractères essentiels des symptômes et des lésions de la syphilis permettent de faire rentrer cette maladie dans le groupe des maladies bryocytiques. — M. E. Maurel a constaté qu'il suffit de quelques heures de ventilation dans un endroit sec pour faire perdre aux grenouilles une partie importante de leur poids. Si l'on injecte de la strychnine à ces grenouilles et à des grenouilles normales, l'action du poison est en rapport avec le titre auquel le met la quantité d'eau contenue dans l'organisme. — MM. F. Battelli et G. Mioni ont observé que le sérum de bœuf possède une sensibilisatrice et une alexine qui, réunies, provoquent une constriction extrêmement violente des vaisseaux du cobaye. Le sérum de cheval possède l'alexine, mais est dépourvu de la sensibilisatrice correspondante. — MM. J. Sabrazès, L. Muratet et J. Bonnes ont trouvé une cellule nerveuse libre dans le liquide céphalo-rachidien dans un cas de syphilis médullaire probable. — M. C. Phisalix a constaté que la couleuvre à collier survit aux hémorragies abondantes et répare ses pertes sanguines; en outre, les plaies du cœur s'y guérissent spontanément. — M. Alb. Branca a observé sur une lapine un kyste dermoïde du pavillon de l'oreille, qui s'est transmis par hérédité au cours de deux portées. — Le même auteur a constaté que toute modification dans l'aspect de la surface épidermique se traduit à la face profonde de l'épiderme par un développement inverse des bourgeons primitifs et secondaires. — MM. E. Brumpt et Wurtz ont reconnu que le *Trypanosoma Castellani*, parasite de la maladie du sommeil, est agglutiné dans le sang par une solution de citrate de potasse. — M. Maur. Camus signale une accumulation de stigmates physiques chez un dégénéré (brachycéphalie, atrésie, scoliose, syndactylie, etc...). — M. Ch. Garnier a déterminé la teneur en lipase de divers liquides pathologiques chez l'homme. La sérosité du vésicatoire est celle qui montre le pouvoir lipasique le plus grand.

Séance du 12 Décembre 1903.

M. S. Ramon y Cajal décrit une méthode nouvelle très simple pour la coloration des neurofibrilles. — M. H. Grenet a étudié l'état du caillot sanguin dans le purpura hémorragique et trouvé des cas où il est rétractile. — M. Ed. Retterer communique ses recherches sur le développement et les homologies des organes génito-urinaires externes du cobaye femelle. — M. G. Weiss montre que rien ne s'oppose *a priori* à ce que le muscle soit un moteur thermique, même si son rendement était très supérieur. — M. E. Maurel a constaté, d'une manière générale, que certains vêtements font diminuer le poids de cobayes pourvus de leurs poils. — M. P.-E. Launois a reconnu l'existence de restes embryonnaires dans la portion glandulaire de l'hypophyse humaine. — M. J. Villard a observé que la chlorophylle existe dans les téguments de certains insectes, conjointement avec un principe tannique; elle est d'origine végétale et surajoutée au pigment. — M. Cl. Gautier a constaté l'existence de substances tannoïdes dans l'hépatochlorophylle, ce qui est une nouvelle preuve en faveur de son origine alimentaire. — M. Ch. Garnier a trouvé de la lipase dans les cultures d'*Aspergillus glaucus, fumigatus* et *flavus*. — MM. A. Chassevant et M. Garnier ont déterminé la toxicité de quelques dérivés hydroxylés du benzène. Tous sont convulsivants; c'est le dérivé ortho qui est le plus toxique, celui en méta le moins, parmi les isomères. — MM. A. Gilbert, M. Herscher et S. Posternak décrivent un procédé de dosage colorimétrique de la bilirubine dans le sérum sanguin, basé sur la réaction de Gmelin. — M. F. Arloing a constaté que les émulsions de bacilles tuberculeux renferment des principes toxiques très dangereux pour les sujets tuberculeux quand ils sont introduits dans le sang. — M. G. Mioni a reconnu que le liquide péricardique normal de bœuf possède en assez grande quantité la sensibilisatrice hémolytique pour le sang de cobaye; il est, au contraire, dépourvu de l'alexine. — M. J. Nicolas a observé, dans l'intoxication diphtérique expérimentale, une survie du lapin splénectomisé sur le témoin; le premier présente une hyperleucocytose marquée. — MM. J. Courmont et J. Nicolas ont trouvé que l'humeur aqueuse de lapins devenus enragés à la suite d'une inoculation intracérébrale de virus fixe est assez fréquemment, mais non constamment, virulente. — M. A. Mouneyrat apporte de nouvelles expériences d'où il déduit que la présence de glycérine libre dans le sang normal est très discutable. — MM. André Gouin et P. Andouard ont constaté que l'urine des Bovidés, recueillie au moment même de son émission, est neutre et non alcaline. — M. L. Nattan-Larrier a étudié la formation de la graisse dans le foie du fœtus. — M. J. Froment a reconnu que les tuberculoses guéries sont fréquentes chez les vieillards; mais elles n'agglutinent pas. Aussi les séro-réactions positives ont-elles une grande valeur pour déceler une tuberculose active et en évolution. — M. Mavrojannis a constaté qu'il existe au moins deux sortes de diastases liquéfiant la gélatine : les unes donnant de la gélatose, les autres de la gélatine peptonée. — MM. G. Moussu et J. Tissot montrent que, dans la détermination de la dépense de la glande parotide en activité, il faut tenir compte de deux facteurs : débit sanguin et sécrétion salivaire. — M. G. Malfitano a observé que la protéase charbonneuse additionnée de sérum n'a plus d'action sur l'albumine, presque plus sur la gélatine solide et une action plus prononcée sur la gélatine liquide. — MM. V. Henri, S. Lalou, A. Mayer et G. Stodel décrivent les méthodes qu'ils ont employées pour une étude générale des propriétés des solutions colloïdales.

M. G. Moussu est élu membre titulaire de la Société.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séance du 1er Décembre 1903.

M. L. Gentes a observé que le lobe nerveux de l'hypophyse paraît contenir, chez certains animaux, des cellules épendymaires et névrogliques et surtout un nombre prodigieux de fibres nerveuses. — M. Ch. Mongour a constaté que la ponction lombaire incomplètement évacuatrice paraît être suivie le plus souvent d'une exagération de l'activité réflexe dans les affections du système nerveux central. — M. F. Le Dantec décrit un nouveau procédé pour la recherche des parasites du sang en général et des hématozoaires du paludisme en particulier.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 4 Décembre 1903.

M. E. Bouty a étudié l'influence de la température sur la cohésion diélectrique des gaz. Pour cela, il a porté tout le système du condensateur et du ballon à gaz placé entre ses armatures à des températures comprises entre + 200° et — 100°. L'échauffement était produit à l'aide d'une spirale traversée par un courant. L'abaissement de température était obtenu à l'aide d'air liquide qui se vaporisait dans l'enceinte. A haute température, on est gêné par la conductibilité du verre du ballon. Mais, en employant un ballon de cristal très dur, on a pu pousser les mesures jusqu'à + 200° environ. Le résultat général est que, quel que soit le gaz ou le mélange de gaz employé, *la cohésion diélectrique à volume constant*, c'est-à-dire relative à une masse de gaz invariable enfermée dans le ballon, *est indépendante de la température*. De — 100° à + 200°, la variation, si elle existe, n'atteint certainement pas un centième. Parmi les propriétés des gaz, il n'y a guère que l'indice de réfraction et, par extension, probablement aussi la constante diélectrique (sur laquelle on ne possède d'expériences ni à haute ni à basse température) qui soient invariables à volume constant. On doit

donc considérer la cohésion diélectrique comme une propriété moléculaire, au même titre que l'indice. Grâce à l'obligeance de M. Moissan, M. Bouty a pu disposer d'une quantité d'argon pur suffisante pour étudier sa cohésion diélectrique. Celle-ci est environ *trois fois plus faible que celle de l'hydrogène*, considéré habituellement comme le gaz le plus conducteur. Tandis qu'avec sa batterie de 16.000 volts, M. Bouty n'avait pu pousser les mesures relatives à l'hydrogène au delà de 10,8 cm., il a pu, avec l'argon, atteindre 31 cm. — M. **P. Langevin**, en raison du très grand intérêt que présente le résultat de M. Bouty, sur l'indépendance de la cohésion diélectrique et de la température, rappelle que, au point de vue de la théorie des ions, ce résultat signifie, comme M. Bouty l'a signalé lui-même, que l'énergie nécessaire pour dissocier une molécule du gaz en un corpuscule cathodique et un ion positif est indépendante de la température. Bien qu'ils n'aient pas le même caractère de précision que les résultats de M. Bouty, d'autres faits viennent à l'appui de cette conséquence : M. Stark a montré récemment que la chute de potentiel cathodique, dans un tube à gaz raréfié, reste invariable quand on élève jusqu'à 1.000° la température de la cathode en maintenant constantes la densité du gaz et l'intensité du courant. M. Mc Clung a observé que l'intensité de l'ionisation produite dans un même gaz à densité constante, par un même faisceau de rayons de Röntgen, est indépendante de la température. Ce fait que l'énergie d'ionisation, variable d'un gaz à l'autre, est, pour un même gaz, indépendante de la température, peut être rapproché de cet autre fait que l'énergie d'ionisation d'une molécule (10^{-11} erg environ) est énorme par rapport à l'énergie d'agitation thermique (10^{-16} erg), environ 100.000 fois plus grande. On conçoit donc que le phénomène d'ionisation reste indépendant du mouvement thermique. Il paraît en être de même de tous les phénomènes qui intéressent la structure de l'atome : indépendance des raies spectrales et de la température, et faits signalés par M. Curie sur la constance de la durée de destruction de l'émanation du radium, invariable entre la température ordinaire et celle de l'air liquide, et de la chaleur dégagée spontanément par les sels de radium, invariable entre la température ordinaire et celle de l'hydrogène liquide. — M. **Victor Henri** signale les *expériences de* MM. **W. Ostwald** et **Gros** *sur la photographie par catalyse (catatypie)*. Les recherches nombreuses sur la catalyse faites par Ostwald et ses élèves ont montré que certains métaux que l'on rencontre dans la photographie (Ag, Pt, Mn, etc.) accélèrent des réactions qui peuvent être utilisées en photographie, et que cette accélération est proportionnelle à la quantité de catalysateur. Ces résultats ont pu être appliqués à la photographie et ont donné lieu à toute une série de procédés nouveaux, extrêmement rapides, pour le tirage des épreuves photographiques. Le premier groupe comprend les cas de catalyse directe; le métal d'une épreuve photographique est employé comme catalysateur d'une réaction colorée. Par exemple, on applique contre un positif au platine une feuille de papier humectée d'une solution de bromate de potassium et de pyrogallol; l'oxydation est accélérée par le platine, et l'on voit qu'après 5 ou 10 minutes on obtient sur la feuille de papier une image rouge positive, copie de l'image au platine. Le deuxième groupe de procédés, imaginés par MM. Ostwald et Gros, peut être désigné sous le nom de *catalyse indirecte* ou avec corps intermédiaire; ce corps est l'eau oxygénée. On humecte un négatif au platine sur papier avec une solution d'eau oxygénée dans l'éther, on laisse évaporer l'éther, et l'on met contre cette épreuve une feuille de papier gélatiné : la gélatine fixe l'eau oxygénée aux endroits où elle n'a pas été décomposée, c'est-à-dire là où il n'y avait pas de platine sur le négatif; on laisse la feuille de papier gélatiné en contact pendant quelques secondes, puis on la plonge dans une solution de sel de manganèse ou de sel de fer. L'eau oxygénée qui a été fixée par la gélatine oxyde aux endroits correspondants le manganèse ou le fer, et l'on obtient ainsi, sur la feuille de papier gélatiné, une image en bioxyde de manganèse ou en sel ferrique. Cette image est très nette, et on l'obtient en quelques secondes, sans avoir besoin de lumière. On peut donc, en partant d'un négatif au platine sur papier, tirer très rapidement des épreuves positives au manganèse ou au fer. Ces positifs peuvent, à leur tour, être facilement colorés par toute une série de colorants, grâce aux propriétés oxydantes des sels manganiques et ferriques vis-à-vis des solutions d'aniline. — M. **Ch.-Ed. Guillaume** communique ses recherches sur *les propriétés élastiques des aciers au nickel*[1].

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 11 Décembre 1903.

MM. **V. Auger** et **M. Billy**, en chauffant à des températures variant de 180 à 280° du permanganate de potassium et une base alcalino-terreuse, en présence d'un mélange fusible de nitrates alcalins, ont obtenu des sels verts, insolubles dans l'eau, dont la composition correspond à la formule $Mn^2O^8M^3$. La lithine fournit de même un composé MnO^4Li^3. Ils proposent de nommer ces sels, qui correspondent à l'union d'un manganite et d'un manganate, des manganimanganates basiques. Ils ont remarqué qu'un mélange offrant la composition $(AzO^3Li)^2.(AzO^3K)^3$ fond à 131° ; un mélange $(AzO^3Li)^2.(AzO^3K)^3.AzO^3Na$ fond à 126°. — M. **C. Matignon** expose ses recherches sur l'action chlorurante de l'acide chlorhydrique et de l'oxygène. En employant une solution d'acide chlorhydrique et de l'oxygène libre, il a trouvé que, dans ces conditions, tous les métaux s'attaquent à des températures variables pour chacun d'eux. — M. **A. Hollard** reprend le principe *théorique* de la séparation des métaux par électrolyse, d'après lequel il suffirait de faire croître graduellement la tension électrique aux électrodes pour que chaque métal se déposât à partir d'une tension, dite tension de polarisation, qui lui est propre. M. Hollard démontre que, si ce principe n'est presque jamais applicable, cela tient au dégagement gazeux des électrodes, qui donne au bain une résistance électrique tellement grande que le courant qui le traverse est forcément trop faible pour permettre des séparations complètes. M. Hollard est arrivé à supprimer ces gaz et a effectué du même coup des séparations non réalisées jusqu'ici. M. Hollard montre ensuite que l'électrolyse du sulfate de nickel peut donner lieu à un rendement électro-chimique très supérieur à celui qui est prévu par l'équivalent électrochimique du nickel bivalent, ce qui conduit à admettre l'existence, dans le bain, de sulfate nickeleux : SO^4Ni^2. — M. **A. Mouneyrat** montre que les méthodes proposées jusqu'ici pour rechercher la glycérine libre dans le sang normal ne permettent pas d'affirmer, comme on l'a fait, que cet alcool triatomique existe à l'état libre dans ce liquide. — M. **Vournasos** a envoyé une Note sur la recherche de l'acétone dans l'urine. — M. **P. Carré** a envoyé une Note sur l'éthérification de l'acide phosphorique par la glycérine.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 3 Décembre 1903.

M. **J.-F. Bottomley** a cherché à déterminer la formule moléculaire de quelques sels à l'état fondu au moyen de leur énergie superficielle moléculaire. Les nitrates de sodium et de potassium paraissent à cet état être formés de molécules complexes renfermant neuf à dix molécules simples. — M. **G.-T. Moody** a étudié la corrosion atmosphérique du zinc. Elle lui paraît due, comme celle du fer, à l'action de l'acide

[1] Voyez l'exposé de ces recherches dans un article de l'auteur paru ici même (*Rev. gén. des Sciences* du 15 juillet 1903, t. XIV, p. 714).

carbonique sur le métal; mais l'attaque est moins marquée parce que l'acide est en grande partie retenu en combinaison sous forme de carbonate basique — **M. A.-C. Cumming** a constaté que le cyanate de plomb est rapidement et quantitativement transformé en carbonate de plomb par hydrolyse avec l'eau bouillante : $Pb(CAzO)^2 + 2H^2O = PbCO^3 + CO(AzH^2)^2$. L'eau froide ne l'attaque pas. — **M. R.-C. Farmer** a observé que les acides benzoïques substitués ont la propriété générale de former des sels contenant une molécule d'acide libre pour une molécule de sel neutre. Ces sels sont des composés cristallins définis, décomposés par l'eau, mais non par les solvants inertes. — **MM. B.-D. Steele** et **F.-M.-G. Johnson** ont déterminé les courbes de solubilité des hydrates de sulfate de nickel (à $7H^2O$ et à $6H^2O$ quadratique et monoclinique) entre — 5° et + 99°. A 131°, les solutions laissent déposer un dihydrate. — **MM. B.-F. Davis** et **A. R. Ling** ont étudié l'action de la diastase de malt sur l'amidon de pomme de terre. La diastase, altérée par chauffage au-dessus de 55°, produit par action sur l'amidon du *d*-glucose (12 °/₀ au maximum). — **M. C.-W. Moore**, en chauffant le malonate d'éthyle avec son dérivé sodé, a obtenu le phloroglucinoldicarboxylate d'éthyle $C^6H(OH)^2(CO^2C^2H^5)^2$, F. 104°.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE LIVERPOOL

Séance du 25 Novembre 1903.

M. H. Briggs décrit une nouvelle méthode pour la mesure des tensions de vapeur des solutions concentrées d'acide sulfurique à haute température; elle consiste essentiellement à aspirer à travers l'acide un volume d'air sec mesuré et à peser l'eau entraînée. L'auteur a obtenu à 100° les résultats suivants :

POURCENTAGE DE H^2SO^4 dans la solution	PRESSION en millim. de mercure
—	—
77,51	20,2
79,17	14,3
81,81	8,5
84,26	5,3
87,32	2,4
91,22	Très faible.

SECTION DE NOTTINGHAM

Séance du 25 Novembre 1903.

M. H. J. Watson a étudié comparativement les méthodes employées pour déterminer l'acidité totale des gaz qui s'échappent des chambres de plomb pour la fabrication de l'acide sulfurique. Il a reconnu que l'hydrate de soude seul constitue un meilleur absorbant que le peroxyde d'hydrogène seul et qu'un mélange des deux est encore supérieur; on obtient pour l'acidité les résultats les plus élevés en plaçant H^2O^2 seul dans le premier vase d'absorption et un mélange de NaOH et de H^2O^2 dans les suivants.

SECTION CANADIENNE

Séance du 18 Novembre 1903.

M. H. Carmichael expose ses essais sur la séparation de l'or, de l'argent et du platine. Un alliage renfermant : Au 300, Pt 14, Ag 900, coupellé, puis traité successivement avec $HAzO^3$ à 21° et à 32° B., laisse un cornet ne renfermant que de l'or pur. Un alliage renfermant : Au 25, Pt 5, Ag 300, coupellé, puis traité successivement par H^2SO^4 dilué, lavé, et par $HAzO^3$ concentré, laisse un cornet renfermant Au et Pt et de faibles traces d'Ag. — **M. G. W. Mc Kee** a recherché dans quelles conditions l'admission de vapeur dans les producteurs de gaz à l'eau du type Lowe est le plus économique. Quand la pression du tuyau abducteur est réduite de moitié après la quatrième minute, on obtient une épargne considérable de coke, et la composition du gaz est ainsi modifiée que la proportion de CO^2 est abaissée.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Séance du 27 Novembre 1903.

M. O. Lummer présente une contribution à l'interprétation des récentes expériences de M. Blondlot sur les rayons N. L'auteur fait remarquer que, dans toutes ses observations, M. Blondlot se guide sur les augmentations d'intensité que présente une source de lumière sous l'action du rayonnement; aussitôt que ce dernier est éliminé, cette source de lumière s'obscurcit. Les dimensions de toutes les sources analysantes sont très petites; les observations se font dans la chambre obscure. Or, en dépit des variations assez grandes d'intensité lumineuse dont il est question, ni M. Blondlot ni d'autres observateurs n'ont jusqu'ici réussi à démontrer d'une façon *objective* la modification d'énergie correspondante, et, ce qui est plus frappant encore, certains physiciens, ayant voulu répéter les expériences si remarquables de M. Blondlot, n'ont point réussi à mettre en évidence les effets observés par ce dernier. Aussi l'auteur essaie, dans le présent travail, de faire voir qu'une grande partie des effets constatés par M. Blondlot peuvent s'imiter presque parfaitement *sans faire usage d'une source de rayonnement quelconque*, c'est-à-dire que les modifications de forme, de luminosité ou de coloration observées peuvent être dues à des phénomènes qui se passent dans notre œil grâce au concours des deux espèces d'éléments nerveux de notre rétine dans la vision à l'obscurité. Ces deux éléments sensibles à la lumière transforment, en effet, l'énergie qu'ils reçoivent du dehors en excitations nerveuses. Les recherches physiologiques toutes récentes sur la vision à faible intensité lumineuse ont réussi graduellement à faire la part de ces deux éléments constitutifs de la rétine. Il paraît, en effet, que ce sont les cônes qui entrent en fonction dans la vision en pleine lumière, leur excitation produisant dans le cerveau la sensation de *couleur*, alors que les bâtonnets, contenant le pourpre, seraient absolument aveugles aux couleurs, n'entrant en fonction qu'à une lumière très faible et étant susceptibles d'exalter considérablement leur sensibilité dans l'obscurité. Avant que les cônes aient la sensation de lumière colorée, les bâtonnets transmettraient au cerveau l'impression d'une luminosité incolore. Lorsqu'on observe, dans la chambre obscure, l'accroissement de température graduel d'un corps à partir de la température de la salle jusqu'à celle de l'incandescence, l'œil, d'après l'auteur, aurait par deux fois l'impression d'une discontinuité, à savoir : d'abord au passage de l'obscurité au gris « spectral » (incandescence grise), et ensuite au passage de cette dernière à l'incandescence colorée (rouge). Ces deux discontinuités seraient dues au passage du seuil d'excitation de notre nerf optique; les organes transmetteurs différeraient seuls dans les deux cas, c'est-à-dire que l'incandescence grise correspondrait au seuil d'excitation des bâtonnets, l'incandescence rouge à celui des cônes de notre rétine. Or, comme, dans la fosse centrale de la rétine, il n'y a que des cônes et point de bâtonnets, tandis que le reste de la rétine contient les deux éléments constitutifs, disposés de telle manière que, vers le bord de la rétine, ce sont les bâtonnets qui prennent le dessus, dans la vision directe ces derniers se trouvent éliminés, n'entrant en fonction que dans la vision indirecte périphérique. Ce concours des deux éléments sera sensible surtout dans le cas d'une lumière faible. Or, dans quelques expériences de M. Blondlot, c'est justement une surface peu lumineuse et de dimensions réduites qu'on regarde dans l'obscurité : avant de porter toute son attention sur la lame de platine faiblement incandescente dont se sert M. Blondlot, on la regarde au moyen des portions périphériques de la rétine, les deux éléments constitutifs de cette dernière concourant à la vision. Aussitôt qu'on vient

à insérer l'écran de plomb ou la main entre la source lumineuse et la surface de platine, afin d'en observer les modifications, on fixera autant que possible la lame de platine en éliminant les bâtonnets. La lame de platine prendra donc nécessairement un aspect moins lumineux et moins rougeâtre; comme, toutefois, cette fixation demande du temps et un certain effort, ces phénomènes demanderont pour être observés un temps appréciable (et c'est là justement ce que fait observer M. Blondlot). L'auteur ne va, du reste, pas aussi loin que certains autres expérimentateurs allemands, et n'a point l'intention de nier l'existence objective des rayons N. — M. A. **Wehnelt** avait signalé, dans une récente communication, le fait que des rayons cathodiques d'une vitesse très peu considérable (correspondant à 300 volts et moins) sont capables d'exciter une fluorescence vive sur le verre de Thuringe. Comme, d'après les récentes observations de M. Lenard, les rayons cathodiques seraient incapables d'exciter la phosphorescence de certaines substances en dessous d'une certaine valeur de la vitesse pour une valeur quelconque de leur « densité rayonnante », l'auteur vient d'exposer quelques substances aux rayons cathodiques de faible vitesse afin d'établir la limite inférieure de l'excitabilité fluorescente de ces rayons. Il résulte de ces expériences que les limites indiquées par M. Lenard, loin de posséder une validité universelle, ne sont relatives qu'aux rayons dont il se sert et qui ne transportent que des quantités d'électricité extrêmement faibles. ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE ROYALE DES LINCEI

Séances de Novembre 1903.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. E. **Pascal** s'occupe du second problème de réduction pour les formes différentielles d'ordre impair, et ajoute quelques recherches complémentaires. — M. S. **Pincherle** reprend les recherches de M. Nielsen sur les conditions nécessaires et suffisantes pour le développement d'une fonction analytique d'une forme donnée en série de factorielles, et il montre que ces conditions peuvent s'exprimer sous une forme plus simple. — Dans une autre note, M. Pincherle rappelle que; lorsque l'on connaît les pôles d'une fonction méromorphe et les résidus respectifs, le problème classique de Mittag-Leffler permet de construire une expression qui représente la fonction à moins d'une fonction entière d'addition; mais le problème de la détermination de cette fonction entière au moyen de la fonction méromorphe présente, en général, de grandes difficultés, et l'on ne connaît pas d'indications pratiques auxquelles il soit possible de recourir. M. Pincherle discute un cas dans lequel on peut obtenir complètement la détermination de la fonction susdite; la solution donnée par M. Pincherle se rattache d'une manière intéressante au problème de la sommation d'une série divergente. — M. V. **Volterra** observe que, pour l'application de la *règle des phases*, il est nécessaire de calculer le nombre des composants indépendants et le nombre des phases d'un système donné; or, pour le calcul du premier de ces nombres, on ne trouve dans les traités aucune règle générale. M. Volterra en donne une, qui peut être très utile aux chimistes; elle sert à trouver le nombre qui détermine les éléments simples, formant des corps d'une composition chimique connue; ces éléments peuvent être pris en quantités arbitraires qui, une fois établies, fixent les masses de tous les éléments simples composant le système. — Le problème de l'inversion des intégrales définies dans le champ réel, proposée par Abel à propos d'une question particulière de Mécanique, a été résolu dans ces dernières années par M. Volterra. La question a été reprise par M. P. **Burgatti**, qui indique une méthode conduisant à la recherche de formules de résolution qui rendent plus général le problème de l'inversion. — M. E. **Daniele** s'occupe de la théorie des potentiels d'ordre supérieur; il recherche s'il est possible d'admettre réellement les forces dépendant des coordonnées et de leurs dérivées premières (ou, ce qui est la même chose, les potentiels correspondants), et quelle interprétation on peut leur donner. — M. E. **Millosevich** transmet à l'Académie les observations de la comète 1903 *c* IV, faites par lui et par M. E. **Bianchi** à l'équatorial de 39 centimètres d'ouverture, à l'Observatoire du Collège Romain.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — MM. V. Volterra et A. Ròiti présentent une relation favorable à la publication d'un Mémoire déposé par feu M. **Bartoli** en 1882. Dans ce travail, l'auteur décrit des expériences préliminaires qui prouvent qu'en faisant tomber les rayons solaires sur la surface d'un anneau circulaire de cuivre argenté qui tourne rapidement, on voit ces rayons donner naissance à un courant électrique. — M. R. **Magini** continue à s'occuper du pouvoir d'absorption, et arrive à la conclusion que, dans ce phénomène, la nature des groupes formant la molécule d'un corps a très peu d'influence; il est plus probable que l'absorption dans le spectre ultra-violet est déterminée presque entièrement par la conformation moléculaire d'un côté, et par la nature des liaisons de l'autre. — Les expériences exécutées jusqu'ici avec la méthode de Poiseuille et avec d'autres méthodes, pour établir si un champ électromagnétique manifeste quelque influence sur la viscosité d'un liquide placé dans ce champ, ont conduit à des résultats contradictoires. M. A. **Pochettino** a repris la question, et a fait usage de la méthode proposée par Helmholtz et appliquée par Meyer; il a trouvé ainsi qu'avec le benzène on reconnaît une augmentation de viscosité de 1,5 °/₀, de 4 °/₀ pour le xylène et de 1 °/₀ pour le pétrole. — M. D. **Pacini** a fait de nombreuses mesures de la radiation actinique solaire et de la radiation calorifique, à Castelfranco Veneto, pendant l'été de 1903; les mesures étaient exécutées simultanément dans le même lieu et à différentes heures du jour, avec l'actinomètre photoélectrique de MM. Elster et Geitel. Des tables préparées par M. Pacini on déduit que le coefficient de transparence relatif à la radiation calorifique est deux fois et demie environ plus grand que celui de la radiation actinique; le rapport entre les deux valeurs est presque constant pour les différentes hauteurs du Soleil dans la même journée. Il est intéressant encore de voir que, lorsque la nébulosité du ciel augmente, le coefficient de transparence pour la radiation actinique du Soleil diminue relativement à celui de la radiation thermique. — M. G. **Guglielmo** rappelle que la manière la plus simple de déterminer la tension superficielle d'un liquide consiste à peser les gouttes qui se détachent de l'orifice d'un cristallisoir, après avoir mesuré le diamètre minimum du col de la goutte lorsque cette dernière commence à se détacher. Mais, de cette façon, on a trouvé pour la tension superficielle de l'eau des valeurs très différentes, qui vont de 4,5 à 10,5 milligrammes. M. Guglielmo démontre que ces différences proviennent de l'inexactitude des calculs, et des conditions peu convenables dans lesquelles on a fait les expériences. — MM. E. **Paternò** et A. **Mazzucchelli**, rappelant la difficulté présentée par le lavage du fluorure de chaux obtenu par voie humide, qui donne toujours des suspensions opalines, ont cherché si le $CaFl_2$ est capable de prendre l'état colloïdal, et ont étudié les solutions obtenues. — M. E. **Rimini** expose une nouvelle méthode pour le dosage de l'hydrazine et de quelques dérivés, qui repose sur le fort pouvoir de réduction de ce corps, signalé par Curtius et Jay. La réaction étudiée par M. Rimini se prête très bien à la détermination du chlorure mercurique, et fournit un moyen rapide et assez exact pour contrôler promptement un grand nombre de préparations antiseptiques à base de sublimé corrosif.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. C. **Rimatori** donne la description du *fahlerz* récemment découvert dans la mine de Palmavexi, près d'Inglesias (Sardaigne). Ce minéral a un aspect métallique et la coloration grise de l'acier. L'analyse a permis de reconnaître que le minéral est

un sulfo-antimoniure de cuivre, c'est-à-dire une tétraédrite se rapprochant par sa composition du type simple $4Cu^2S.Sb^2S^3$. — M. D. **Delcampana** donne une monographie complète de la faune du Giura supérieur des Sette Comuni Vicentini. — M. G. **Noè**, étudiant le cycle évolutif de la *Filaria labiato-papillosa* Alessandrini, avait observé aux abattoirs de Rome que l'infection est répandue dans toutes les localités, malariques ou non, et qu'elle frappe autant le bétail nomade que le bétail domestique. En cherchant l'hôte intermédiaire du parasite, M. Noè a trouvé que cet hôte est la *Stomoxys*; chez cette dernière, la paroi du tube digestif est traversée par les embryons de la *Filaria* qui, après être arrivés dans la tête de l'hôte, y accomplissent, entre les muscles, leur développement larval; par le *labium* de la *Stomoxys*, ils passent ensuite dans l'hôte définitif. M. Noè ajoute des explications sur le mécanisme de migration de larves adultes et décrit le phénomène par lequel la *Filaria immitis*, à la fin de son évolution larvale, se dirige directement au labium des moustiques. — A une nouvelle affirmation du Dr Loos, sur la possibilité que les larves d'*Anchylostoma* passent à travers la surface cutanée de l'homme et des animaux, et parviennent ainsi jusqu'au tube intestinal, M. G. **Pieri** répond par une série d'expériences, exécutées sur lui-même et sur des chiens, dans les meilleures conditions et avec les plus grandes précautions. Or, de ces expériences il résulte que l'infection par l'*Anchylostoma*, en déposant et maintenant les larves sur la peau, est absolument impossible; on doit donc admettre que la seule voie d'infection est la bouche. — Pendant la quatrième expédition scientifique faite par M. Mosso au Mont Rose, au mois d'août, on a étudié les changements qui se produisent dans le sang aux grandes altitudes. Les nombreuses recherches exécutées par M. C. **Foà** prouvent que l'augmentation des globules rouges dans le sang s'observe seulement à partir de 3.000 mètres, après huit à neuf heures de séjour, et à un degré différent selon les individus. Cette hyperglobulie, qui est périphérique, est accompagnée d'une augmentation de l'hémoglobine. Après huit à dix jours de séjour à une grande altitude, on observe une augmentation des globules rouges dans les vaisseaux artériels. En redescendant dans la plaine, trente-six heures suffisent pour faire disparaître l'hyperglobulie. M. Foà a encore reconnu que le sang, après l'hyperglobulie, devient normal sans qu'il se produise une destruction des globules rouges. Il a trouvé que l'homme exhale une quantité moindre de vapeur d'eau dans l'air raréfié qu'à la pression ordinaire, ce qui ne justifie pas l'hypothèse de Grawitz qui attribuait l'hyperglobulie à la perte de vapeur d'eau de l'organisme dans la haute montagne; d'autres expériences confirment enfin que l'hyperglobulie périphérique est due à l'arrêt du sang dans les vaisseaux capillaires dilatés de la surface de la peau. — M. F. **Kiesow** apporte une contribution à l'étude de la vitesse de propagation de l'excitation dans le nerf sensitif de l'homme. Il décrit les dispositifs et appareils de mesure qui ont servi pour les recherches sur le bras et sur la jambe; en comparant les valeurs obtenues par lui et celles trouvées par Helmholtz et Bart pour le nerf moteur, on arrive à la conclusion qu'une différence de la vitesse du courant de propagation entre le nerf moteur et le nerf sensitif n'est guère admissible, au moins pour les voies nerveuses qui ont été étudiées. — Dans les carrières de pouzzolane et de tuf de la Campagne romaine, la culture des champignons de couche, sur le système de Paris, est très répandue. En général, cette culture donne des résultats satisfaisants dans les premiers temps; mais, ensuite, dans la même carrière, le rendement diminue continuellement et finit par devenir nul. Cette diminution est causée par le développement de parasites, et particulièrement par un hyphomycète, la *Monilia fimicola*, décrit par MM. Costantin et Matruchot, qui s'attacherait au mycélium de l'*Agaricus campester*. MM. G. **Cuboni** et G. **Megliola** ont étudié la maladie des champignons de couche dans les carrières romaines, maladie qui se manifeste par des petits points blancs qui envahissent les meules, et sont formés par les *Monilia*; ils croient que le parasite doit être attribué au genre *Oospora*, et ils proposent le nom de *Ooospora fimicola* (Cost. et Matr.). Les deux auteurs donnent des détails sur la culture du parasite, et ils croient pouvoir affirmer que l'*Oospora* n'est pas un parasite du mycélium de l'agaric, mais qu'il vit en saprophyte sur le fumier dont il utilise les substances nutritives, qui viennent ainsi à manquer aux champignons. L'*Oospora* se reproduit avec une grande facilité et est très contagieux; la seule manière de le combattre, pour le moment, est d'exporter promptement et soigneusement de la carrière le matériel infecté. ERNEST MANCINI.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 19 Novembre 1903.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. L. **Weinek** : La théorie des passages des planètes devant le disque solaire.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. F. M. **Exner** étudie les rapports entre la répartition de la pression atmosphérique et les nuages. Quand, avec une vitesse déterminée du vent et des isobares parallèles, l'air se transporte d'une région de haute chute de pression dans une région de chute plus faible, il fait mauvais temps; dans le cas contraire, il fait beau temps. — M. A. **Schell** décrit un nouveau dispositif pour la préparation et la vision des images stéréoscopiques.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. L. **Merk** arrive à la conclusion que les cellules épithéliales adhèrent mécaniquement, soit entre elles, soit avec leur substratum; elles collent par suite de leurs propriétés bio-chimiques. — M. F. **Berwerth** communique son quatrième Rapport sur les observations géologiques et pétrographiques faites dans l'aile sud du tunnel de Tauern.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 31 Octobre 1903.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. J.-C. **Kluyver** : *Sur des séries dérivées de la série* $\Sigma \frac{\mu(m)}{m}$. L'auteur indique par $\mu(m)$ la fonction arithmétique du nombre entier m qui disparaît pour m = multiple d'un carré et qui, d'ailleurs, est égale à $+1$ ou à -1 à mesure que m est le produit d'un nombre pair ou impair de nombres premiers. Le théorème d'Euler :

$$\sum_{1}^{\infty} \frac{\mu(m)}{m} = 1 - \frac{1}{2} - \frac{1}{3} - \frac{1}{5} + \frac{1}{6} \cdots + \frac{1}{26} - \frac{1}{29} - \frac{1}{30} \cdots = 0$$

n'a été prouvé rigoureusement que très récemment par MM. H. von Mangoldt (1897) et E. Landau (1899). Ici, l'auteur s'occupe des séries :

$$T_{b,h} = \sum_{m=0}^{m=\infty} \frac{\mu(mb+h)}{mb+h},$$

convergentes tout de même. Successivement, il trouve : $T_{b,0} = 0$, $T_{2,1} = 0$, $T_{3,1} = -T_{3,2} = \frac{3\sqrt{3}}{2\pi}$, $T_{4,1} = -T_{4,3} = \frac{\pi}{2}$, $T_{4,2} = 0$, $T_{5,1} = 1.128\ldots$, $T_{5,2} = -0.710\ldots$, $T_{5,3} = -0.452\ldots$, $T_{5,4} = 0{,}034\ldots$, $T_{6,1} = -T_{6,5} = \frac{\sqrt{3}}{\pi}$, $T_{6,2} = -T_{6,4} = -\frac{\sqrt{3}}{2\pi}$, $T_{6,3} = 0$. — M. C. **Sanders** : *Détermination astronomique de la longitude et de la latitude à la côte occidentale d'Afrique*. Seconde partie (pour la première, voir *Rev. génér. des Sciences*, t. XII, p. 1151). 1. Détermination de la longitude de Chiloango dans les années 1901, 1902. 2. Détermination de la position de Mayili, factorerie de la Compagnie de commerce de MM. Hatton et Cookson

sur la rive gauche de la rivière de Chiloango, un peu en aval de la confluence des rivières Lualì et Loango. — Rapport de MM. Kluyver et W. Kapteyn sur le Mémoire de M. **K. Bes** : *La dépendance ou l'indépendance d'un système d'équations algébriques.* Le Mémoire paraîtra dans les publications de l'Académie.

2° Sciences physiques. — M. **J.-D. van der Waals** : *L'équilibre entre une substance solide et une phase liquide, principalement à la proximité de l'état critique.* Cette communication a été provoquée par les résultats obtenus par M. A. Smits et présentés dans la séance précédente de l'Académie par M. Bakhuis Roozeboom (*Rev. génér. des Sciences*, t. XIV, p. 1175). Imaginons la surface ψ d'un mélange binaire, anthraquinone et éther, où l'éther figure au second rang, à une température un peu plus élevée que T_K pour l'éther. Alors, il se présente un pli de fluide, fermé du côté de l'éther. Ajoutons-y la ligne ψ ou la surface ψ de l'état solide, c'est-à-dire une ligne ψ si l'état solide se caractérise par une composition invariable. Si l'anthraquinone pure peut seule exister à l'état solide, cette ligne ψ se trouve dans le plan $x=0$; pour faciliter les recherches, cette hypothèse est admise, de sorte qu'on obtient les phases coexistantes avec l'anthraquinone solide en faisant rouler un plan sur la surface ψ et la ligne adjointe ψ. A cause de la faible compressibilité du solide, à l'exception du cas d'une pression excessive, les phases coexistantes peuvent être trouvées à l'aide d'une surface conique au sommet $x=0$, $v=v_s$, $\psi=\psi_s$, où v_s et ψ_s indiquent le volume moléculaire de l'anthraquinone et la valeur de l'énergie libre, ces deux quantités prises à la température considérée. La courbe de contact de ce cône enveloppe de la surface ψ fait connaître les phases coexistantes. En ce qui concerne la forme de cette courbe de contact, trois cas différents se présentent : 1° Elle peut rester entièrement à l'extérieur du pli liquide-vapeur et former une courbe tout à fait continue; 2° Elle peut traverser ce pli; cela implique qu'une partie de la courbe correspond à des phases de vapeur, une autre partie à des phases liquides, ces deux parties pouvant être liées l'une à l'autre par une troisième partie située entre la courbe connodale et représentant des phases métastabiles et labiles; 3° Elle peut toucher la ligne connodale en un certain point qui se trouve être le point de plissement. A l'aide de l'équation différentielle entre p, x et T, l'auteur discute la forme de la courbe en question. — Ensuite, M. van der Waals présente au nom de M. **J.-P. Kuenen** (Dundee, Ecosse) : *Sur le point de mélange critique de deux fluides.* Le point de mélange critique de deux fluides est, en général, un point où deux fluides coexistants deviennent égaux sous tous les rapports; le point correspondant de la surface ψ est un point de plissement du pli de fluide, celui de la représentation (v, x) est un point terminal ou critique de la courbe limite pour deux fluides. En particulier, le point de mélange critique c'est le point où les deux fluides se trouvent à la fois à l'état critique et sous la pression de la vapeur saturée; dans la représentation (v, x) ce point correspond au point de contact de la ligne du fluide avec la ligne fluide-vapeur dans le point critique, de manière que ce point critique apparaît ou disparaît si la température varie. Ce contact peut avoir lieu à l'intérieur ou à l'extérieur de la ligne fluide-vapeur. Tous les cas possibles satisfont à la même condition géométrique : le contact de deux courbes limites l'une avec l'autre en un point critique. Un examen théorique de ce contact mène aux résultats suivants : Le point de mélange critique de deux couches fluides ne coïncide pas avec un point de tension maximum de vapeur; ce dernier point peut se présenter au delà du point critique dans l'équilibre des trois phases; dans le point de mélange critique, la courbe limite de la branche du liquide de la représentation (p, x) présente un point d'inflexion dont la tangente est parallèle à l'axe des x. — M. H.-W. Bakhuis Roozeboom présente au nom de M. **J.-J. van Laar** : *Sur les formes possibles de la partie réalisable de la ligne de fusion de mélanges binaires de substances isomorphes.* Seconde partie (pour la première partie, voir *Rev. génér. des Sciences*, t. XIV, p. 923). L'auteur étudie plus en détail la position du point minimum, du point d'inflexion et du point eutectique, à l'aide de neuf diagrammes. Enfin, il démontre le théorème suivant, d'une portée assez générale : Si les chaleurs de mélange des deux composantes sont égales pour $x=1$, les compositions des deux phases solides sont complémentaires l'une de l'autre. — M. H. Kamerlingh Onnes présente au nom de M. **J.-E. Verschaffelt** : *Contribution à la connaissance de la surface ψ de van der Waals.* VIII. La surface ψ à la proximité d'un mélange binaire se comportant comme une substance simple. Partie générale. La surface ψ. La courbe limite pour une température donnée. Les isobares. La ligne connodale. La courbe limite d'un mélange x. Applications à des mélanges de HCl et C^2H^6. Le travail est illustré d'une planche. — Ensuite, M. Onnes présente au nom de M. **W.-H. Keesom** : *Isothermes de mélanges d'oxygène et d'acide carbonique.* III. La détermination d'isothermes entre 60 et 140 atmosphères et entre $-15°$ et $+68°$ C. IV. Isothermes de l'acide carbonique pur entre 60 et 140 atmosphères et entre 25° et 60° C. V. Isothermes de mélanges à teneur moléculaire 0,1047 et 0,1996 en oxygène et comparaison de ces isothermes à celles de l'acide carbonique pur. — M. J.-P. van der Stok présente au nom de M. **W. van Bemmelen** : *Le champ de force des oscillations diurnes de la force perturbatrice magnétique.* A l'aide de diagrammes empruntés en partie à une publication de M. Lüdeling, l'auteur démontre les deux résultats suivants : 1° Le mouvement diurne des foyers arctiques de la force perturbatrice a lieu dans un cercle de rayon 14°5 autour d'un pôle coïncidant à peu près avec celui de l'aurore boréale et situé à la proximité de l'extrémité de l'axe magnétique; 2° Presque sans exception, les vecteurs horizontaux se dirigent vers le foyer positif et s'écartent du foyer négatif. — M. **C.-H. Wind** présente la partie du « Traité de Physique » de M. J. Bosscha se rapportant au Magnétisme et à l'Électricité, refondue par M. Wind. — M. **J. van Bemmelen** présente : 1° « Examen de quelques espèces de terre de Surinam » (argile alluviale et latérite), et 2° « L'absorption ». Huitième communication. — M. C. A. Pekelharing présente au nom de M. **R. O. Herzog** : *Sur l'action de l'émulsine.* Il s'agit de la quantité de sucre de canne transformé par l'invertine en des temps déterminés à des températures déterminées. Les expériences de l'auteur confirment l'exactitude de la formule de Ostwald :

$$tk\ 1-\varepsilon = \log\left(1-\varepsilon\frac{x}{a}\right)-\log\left(1-\frac{x}{a}\right),$$

où a, k, x, t désignent respectivement la concentration primitive, la constante de la vitesse de réaction sans autocatalyse, la quantité de sucre transformé et le temps, tandis que ε depend de a, k et de la constante k' de l'autocatalyse par la relation $ak'=\varepsilon k$.

3° Sciences naturelles. — M. **C. Winkler** présente, aussi au nom de M. **G. A. van Rynberk** : *Sur la fonction et la structure des dermatomes du torse.* Quatrième partie (pour les parties précédentes, voir *Rev. gén. des Sc.*, t. XII, p. 1152; t. XIII, pp. 172 et 403). Par suite des résultats obtenus dans des expériences récentes, les auteurs se proposent de reprendre sous une forme nouvelle tous les résultats des méthodes physiologiques afin de les faire correspondre aux observations anatomiques de l'innervation périphérique de la peau du torse. Chez l'homme, la topographie des dermatomes du torse est encore assez inconnue. Ce que l'on en sait est déduit principalement d'une meilleure connaissance de l'innervation des nerfs intercostaux. Il va sans dire que les rapports anatomiques de la périphérie doivent se réfléchir dans les expériences physiologiques. C'est ce que prouvent les expériences des auteurs sur le chien. Leur étude d'une série de champs-noyaux

ramène, par les raccourcissements ou les interruptions de ceux-ci, à des rapports anatomiques périphériques. La décomposition du champ-noyau interrompu en une partie dorsale et une partie ventrale est presque exigée par l'anatomie du nerf intercostal, dont les branches dermiques se composent d'une tige postérieure et d'une tige antérieure, ou bien d'une tige dorsale et d'une tige latéro-ventrale. Le point d'interruption du champ-noyau, en même temps que celui de la plus grande largeur dans des cas favorables, correspond au domaine des branches cutanées latérales de ce nerf. Ainsi, le champ-noyau se divise aussi, pour le physiologiste, en trois parties distinctes, dont la forme et la fonction exigent une étude à part. La partie dorsale (fig. 1_4) d'un champ-noyau a la forme d'un triangle isocèle à sommet arrondi (pain de sucre); à l'endroit *a* se trouve son « ultimum moriens ». Dans les cas favorables, la partie latérale prend à peu près la forme d'un hexagone (fig. 1_5) qui diminue jusqu'en *b'* et disparaît le dernier en *b*. La partie ventrale (fig. 1_6) disparaît en *c*.

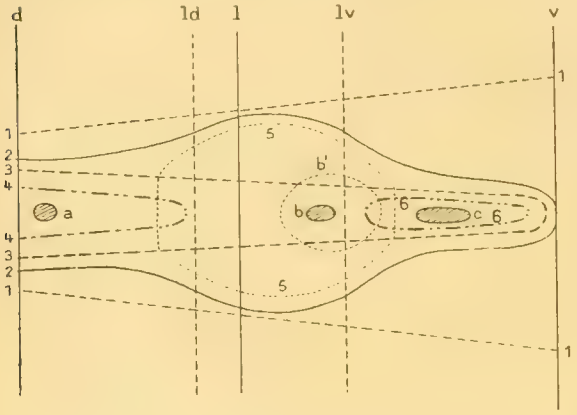


Fig. 1. — *Les parties du dermatome.*

d = ligne *dorsale.*
v = — *ventrale.*
l = — *latérale.*
ld = — *latéro-dorsale.*
lv = — *latéro-ventrale.*
1. Limitation du dermatome théorique.
2. — du champ-noyau en cas favorable.
3. — — en cas moins favorable.
4, 5, 6. Parties dorsale, latérale et ventrale.
a dorsal, *b* latéral, *c* ventral.

Les figures 2 et 3 montrent le même chien, dont le seizième dermatome a été isolé de la manière ordinaire. Tout d'abord (fig. 2) on a affaire à un champ-noyau continu *p*, s'étendant de la ligne dorsale jusqu'à la ligne ventrale; deux jours plus tard (fig. 3), le champ s'est décomposé en trois parties *d*, *l*, *v*. — Ensuite, M. Winkler présente au nom de **M. G. A. van Rynberk** : *De la manière dont les domaines sensibles de la peau perdent la sensibilité dans la direction centripète pendant la mort.* — M. Pekelharing présente au nom de **M. K. F. Wenckebach** : « Die Arhythmie als Ausdruck bestimmter Funktionsstörungen des Herzens » (L'arythmie comme expression de certaines perturbations du fonctionnement du cœur). — M. A. A. W. Hubrecht présente au nom de **M. H. Strahl** (Giessen, Allemagne) : *Die Rückbildung der Uterus-Schleimhaut nach dem Wurf bei Tarsius spectrum* (Le processus de l'involution de la membrane muqueuse de l'uterus du *Tarsius spectrum* après la parturition). — M. F. A. F. C. Went présente au nom de **M. G. Gryns** : *Sur la forme Ascus de l'Aspergillus fumigatus Fresenius.* — M. K.

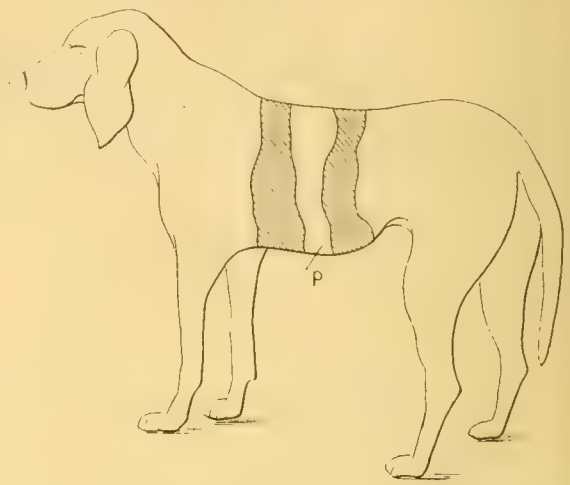


Fig. 2. — *Le seizième dermatome du chien.*
p, champ-noyau continu.

Martin présente au nom de **M. J. H. Bonnema** *morceau de pierre calcaire des zones cératopyge diluvium des Pays-Bas.* — Rapport de **M. J. C. Schou** sur ses recherches au Jardin botanique de Buitenzorg

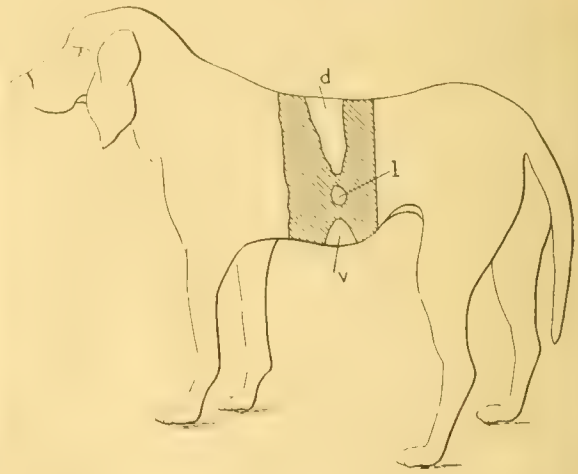


Fig. 3. — *Le seizième dermatome du chien.*
Le champ-noyau s'est décomposé en trois parties *d*, *l*, *v*.

(Java). — M. van der Waals présente au nom de **M. C. E. Daniels** : *Notice nécrologique sur T. Zaayer.*

P. H. Schoute.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

15e ANNÉE N° 2 30 JANVIER 1904

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Élection à l'Académie des Sciences de Paris. — Dans sa séance du 11 janvier, alors que notre numéro du 15 était déjà sous presse, l'Académie des Sciences a procédé à l'élection d'un nouveau membre dans sa Section de Minéralogie, en remplacement du regretté Munier-Chalmas.

La Section avait présenté la liste suivante de candidats : En première ligne, MM. Ch. Barrois et A. Lacroix ; en seconde ligne, M. Douvillé ; en troisième ligne, MM. J. Bergeron, M. Boule, E. Haug, L. de Launay, P. Termier et F. Wallerant.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 58,

M. Lacroix a obtenu	. . . .	46	suffrages.
M. Wallerant —	. . . .	8	—
M. Douvillé —	. . . .	2	—
M. Barrois —	. . . .	1	—
M. Termier —	. . . .	1	—

M. Lacroix, ayant réuni la majorité des suffrages, a été déclaré élu.

L'œuvre du nouvel académicien est bien connue ; elle se rapporte à la fois à la Minéralogie, à la Géologie et à la Physique du Globe. C'est en même temps celle d'un physicien et celle d'un naturaliste. Partant de ce fait que les matériaux soumis aux investigations des minéralogistes ne sont pas de simples sels de la Chimie, utilisables seulement pour des travaux de Physique moléculaire, M. Lacroix a considéré la recherche de leur mode de formation et du rôle qu'ils jouent dans la Nature comme l'une des parties de leur histoire les plus passionnantes et les plus fécondes en résultats généraux. Aussi, peu de ses travaux ont-ils été effectués exclusivement dans le laboratoire ; le plus grand nombre d'entre eux ont été accompagnés ou inspirés par des recherches systématiques prolongées sur le terrain et poursuivies dans les régions les plus diverses ; l'expérimentation est souvent venue leur apporter un utile concours.

Détermination des propriétés (et en particulier des propriétés optiques), des minéraux, — étude de leurs variations avec les conditions de leur gisement et, par suite, avec leur mode de formation, — application des données ainsi acquises à la détermination de la composition des roches, — recherche des relations existant entre la composition et la structure de celles-ci et leur gisement, — utilisation de la connaissance des plus minutieux détails de la constitution des roches métamorphiques pour la discussion de leur origine et, par suite, de celle des roches éruptives qui les ont produites, — enfin, emploi de l'expérimentation pour reproduire quelques-uns de ces phénomènes, que l'étude sur le vif de l'éruption de la Martinique lui a permis de préciser, — telle est la belle série de recherches, remarquable à la fois par son étendue et sa continuité, qui a retenu l'attention de l'Académie, et a valu à M. Lacroix la haute distinction dont nous sommes heureux de le féliciter aujourd'hui.

Hommage à Mme Curie. — La mise au jour du radium et de toutes ses propriétés est, de toutes les découvertes réalisées depuis Pasteur, celle qui a le plus vivement frappé l'esprit public et ému, chez nous, l'opinion. A l'heure actuelle, il n'est personne qu'elle ne passionne et qui ne cherche à s'éclairer sur le nouveau corps. L'admirable travail de M. et Mme Curie n'aura pas eu seulement l'immense mérite d'apporter à la science un précieux contingent d'idées et de directions nouvelles : il aura, de plus, obligé le grand public à porter son attention sur les grands problèmes du monde et à s'efforcer de s'y initier. Une circonstance particulière attire enfin à l'éclatante découverte de M. et Mme Curie des sympathies rarement accordées aux recherches expérimentales. C'est ce fait, presque nouveau, en tout cas extrêmement rare, d'une œuvre géniale accomplie par une femme. Dans un récent banquet, tout littéraire, Mme la baronne de la Tombelle a exprimé de la façon la plus heureuse le sentiment d'allégresse qui a rempli le cœur des femmes à la nouvelle qu'une des leurs venait, par une active collaboration aux travaux de son mari, de conquérir avec lui et au même titre la plus légitime des célébrités. Nos lecteurs nous sauront gré

de reproduire ici la péroraison de l'éminente présidente de *La Frite* :

« Un astre a été découvert, non pas lointain, inaccessible, mais proche, mais asservi à la volonté des humains. L'événement ne date pas d'hier, mais les profanes l'ignoraient encore quand un don magnifique fait à ses père et mère vient d'apprendre aux plus ignorants ces six lettres magiques : radium.

« Maintenant les offrandes vont affluer, les cerveaux vont se mettre à l'œuvre et l'embryon s'amplifiera, et bientôt, j'espère, à ce pauvre globe que les ténèbres ressaisissent chaque soir, un astre luira, réchauffant, inextinguible, fanal de rechange dont s'éblahira l'intermittent fanal. Alors, sur le marbre et dans les cœurs, un nouveau nom d'homme s'ajoutera à la liste déjà longue des vrais conquérants qu'il faut bénir, des vrais pionniers qu'il faut suivre.

« Seulement — et c'est ici, n'est-ce pas, mesdames, que notre solidarité tressaille — ce nom d'homme ne s'établira pas seul dans les annales de la gloire véritable. Il y aura — non pas au-dessus, ce serait dommage — ni au-dessous, ce serait injuste — mais à côté, tout à côté, joint à celui de l'inventeur par un émouvant trait d'union, celui d'une femme, sa femme, sa moitié, son égale! Et dans le halo du radium flottera cette admirable image : deux fronts pensifs inclinés vers le creuset, deux petites mains et deux grandes mains rapprochées sur l'alambic où s'élabore l'éternel soleil. »

Le Prix de la Presse Osiris. — Le Comité du Syndicat de la Presse parisienne vient d'attribuer le prix de 100.000 francs que la générosité de M. Osiris avait mis à sa disposition. Il a décidé de répartir cette somme entre les deux inventions qui ont fait, dans ces derniers temps, le plus d'honneur à la science française. En conséquence, il a accordé 60.000 francs à Mme Curie, pour la continuation de ses recherches sur le radium, et 40.000 francs à M. Branly, pour ses travaux relatifs à la télégraphie sans fil.

§ 2. — Nécrologie

Karl von Zittel. — Le Professeur Zittel, conseiller intime, président de l'Académie des Sciences de Bavière, est mort à Munich, le 6 janvier 1904. Il a succombé aux suites d'une chute causée par un bicycliste emballé.

M. Zittel était âgé de soixante-quatre ans. Après avoir enseigné à l'Université de Vienne, il était, depuis 1866, professeur de Paléontologie et de Géologie à Munich et conservateur du Musée royal de Paléontologie. On lui doit d'importants Mémoires de Pétrographie, de nombreux travaux sur la paléontologie des Invertébrés des terrains anciens et un grand traité de Paléontologie justement estimé.

§ 3. — Astronomie

Observation des taches du Soleil. — La Société astronomique de France a déjà rendu de nombreux services en groupant les bonnes volontés, en unissant les efforts particuliers pour augmenter la quantité de documents bien classés mis à la disposition de la Science : elle vient de se signaler une fois de plus par la publication du Rapport de M. Bouët, secrétaire de la « Commission solaire », sur la statistique des taches avec des instructions générales pour uniformiser les observations du Soleil[1]. Nous ne pouvons que renvoyer à ce document important où se trouvent exposés le mode propice d'observation, les précautions à prendre, la grandeur constante à donner à l'image, la façon d'orienter le dessin, le dénombrement des taches et des groupes, l'estimation de la surface apparente des taches, l'addition des surfaces tachées, l'observation des facules, etc., y compris les données météorologiques qui ne sont point entièrement indépendantes de tous ces phénomènes.

La tâche est ardue, il ne faut point se le dissimuler, et le but à atteindre ne peut être que lointain : la façon de voir les taches, de les dessiner, de les compter, d'estimer leur surface, fera ressortir entre les divers observateurs des différences parfois notables, mais dont les écarts pourront être compensés ou tout au moins réduits à leur minimum si la méthode indiquée est ponctuellement suivie. Et le résultat récompensera certainement tous ces efforts, car il importe hautement pour la connaissance même du Soleil, aussi bien que pour l'étude de son influence météorologique : c'est pourquoi nous ne saurions trop louer cette initiative de rendre les observations solaires uniformes, pour leur donner le plus de concordance possible et les prêter utilement à la discussion.

§ 4. — Physique

Expériences sur les rayons X et le radium. — Les expériences de M. W.-C. Fuchs, à Chicago, décrites dans une Note récente[1], ont été exécutées au moyen d'un morceau minuscule de radium, gros comme la moitié d'une tête d'épingle, et dont la valeur s'estime à 1.000 dollars. La radiographie d'un papillon, reproduite par notre confrère américain, fait voir distinctement tous les détails, à la seule exception des tissus des ailes, qui, étant trop déliés, n'ont pas été reproduits. Le papillon avait été placé sur une plaque photographique et exposé à l'action des rayons pendant vingt-quatre heures.

M. Fuchs a également inventé un procédé pour colorer les diamants, procédé qui, semble-t-il, est basé sur un phénomène analogue à la projection cathodique. Ce sont les rayons X ou, plus probablement, des rayons d'une autre classe accompagnant les rayons Röntgen, qui servent à transporter les particules de certains métaux dans les pores du diamant; le tout se trouve disposé dans des tubes à vide. Ces colorations ne sont point altérées par l'action, même prolongée, d'un acide; en renversant le sens du courant, on peut les faire disparaître entièrement. Il paraît que l'auteur de ce procédé est actuellement occupé à trouver une nuance susceptible d'augmenter la valeur commerciale des pierres, ce qui jusqu'ici a été impossible.

Les expériences de télégraphie sans fil du Professeur Slaby. — Le Professeur Slaby, expérimentateur bien connu dans le domaine de la télégraphie sans fil, avait reçu de la part du Fonds Jubilaire de l'Industrie Allemande une subvention de 25.000 fr. afin de continuer ses recherches. Or, nous apprenons qu'à propos de la récente Conférence de Télégraphie sans fil, ce physicien a présenté au Conseil un Rapport préliminaire. Ses expériences se rapportent d'abord au rôle que joue la Terre dans la télégraphie sans fil. Au moyen de grandes armatures en zinc posées sur le plancher de son laboratoire, le professeur allemand a construit une espèce de terre artificielle et étudié la propagation des ondes électriques à travers le sol. Il a constaté la présence d'ondes stationnaires, mettant en évidence la part importante que joue la surface conductrice de la Terre. La théorie des transmetteurs fermés n'était pas jusqu'ici à même d'expliquer les effets à distance de ce type de transmetteur. Or, M. Slaby vient de les réduire à l'action des harmoniques supérieures, établissant ainsi une nouvelle théorie dont les résultats se trouvent en accord très satisfaisant avec les expériences. Il s'est également occupé de construire des instruments au moyen desquels même les personnes non expérimentées fussent capables de mesurer la longueur d'onde d'une station transmettrice. C'est ainsi qu'à peu près douze types différents ont été expérimentés et se sont montrés parfaitement appro-

[1] *Bulletin de la Soc. Astron.*, p. 181, 1903.

[1] *Western Electrician*, t. XXXIII, n° 17, 1903.

priés. L'auteur est, en ce moment, occupé à étudier des types nouveaux de transmetteurs; il espère déduire de ces expériences une meilleure méthode pour accorder les différentes stations de télégraphie sans fil.

§ 5. — Electricité industrielle

La soudure par le courant électrique et la soudure par l'arc. — On sait que nombre d'applications industrielles exigent des soudures autogènes, qu'on réalise soit à la forge, soit au chalumeau, soit électriquement.

Les procédés sont nombreux et, d'ailleurs, diffèrent suivant la nature du résultat à obtenir; mais à bien des cas paraît s'appliquer avec succès un procédé de soudure électrique qui a déjà reçu un certain nombre d'applications, et dont nous allons donner rapidement le principe et les résultats.

Ce mode de soudure électrique diffère essentiellement de la soudure réalisée au moyen de l'arc électrique, et le principe sur lequel il repose consiste, au contraire, à obtenir la soudure au moyen de la chaleur Joule développée dans le métal par suite de sa résistance au courant électrique.

Si l'on fait passer le courant électrique à travers deux pièces de métal mises en contact par leurs extrémités, il se produit un échauffement au point de contact, et la température s'élève d'abord dans la partie centrale, où le rayonnement est à peu près nul, pour gagner la périphérie. Cette élévation de température ramollit le métal des deux pièces à souder, et il suffit de les presser fortement l'une contre l'autre pour obtenir la soudure ; grâce à l'échauffement plus sensible au centre qu'à l'extérieur, on est sûr d'obtenir une bonne soudure, qui ne présente pas seulement un aspect satisfaisant, mais qui est encore meilleure à la partie centrale qu'à la périphérie.

Ce mode de soudure offre aussi l'avantage de localiser l'échauffement aux parties des pièces absolument voisines de la soudure, contrairement à la soudure à la forge, qui comporte toujours un très grand échauffement des pièces sur une grande longueur, et aussi à la soudure par arc électrique, qui développe une grande quantité de chaleur, si grande que les pièces à souder peuvent subir certaines détériorations.

Un autre avantage en résulte aussi pour les ateliers, qui sont exposés, dans la soudure à la forge, aux fumées et aux poussières de celle-ci, et pour le personnel, qui doit craindre, dans la soudure par l'arc électrique, la flamme de l'arc et ses effets sur la vue.

Enfin, cette soudure permet de disposer d'un moyen de réglage facile, puisqu'il suffit de régler l'intensité de courant et la pression exercée, et que, dans bien des cas, on peut même régler celle-ci automatiquement.

La pression nécessaire à la soudure des pièces est exercée par des dispositifs mécaniques, hydrauliques, ou autres, les pièces étant toujours portées par des pinces les maintenant en regard l'une de l'autre, et pouvant être facilement soumises à la pression voulue.

Le courant nécessaire à l'échauffement est transmis aux pièces à souder par les mêmes pinces, dont les prises sont très largement établies, et parfois même refroidies par circulation d'eau, étant donné que le contact ne doit pas, bien entendu, chauffer avant la fin de l'opération. Ce courant est à faible tension et à grande intensité, d'ailleurs variable suivant les cas; il est alternatif, et se prête ainsi aux transformations faciles, permettant, par conséquent, d'emprunter l'énergie à un réseau ou à une machine quelconque à courant alternatif, pourvu que la source ait une fréquence de courant convenable. La fréquence est généralement assez élevée; un simple transformateur réduit à quelques volts la tension du réseau dont on utilise l'énergie. Un grand nombre de dispositions de détail peuvent se présenter suivant les cas, le cas le plus défavorable étant celui où l'on dispose d'un réseau impropre à l'alimentation par courant alternatif, et où la soudure exige une production ou transformation de l'énergie nécessaire.

Des avantages généraux que nous avons signalés résulte, dans certains cas, une réduction sensible des dépenses, et, dans tous les cas, une grande économie de temps, comme le montre le tableau I, qui permet de juger la rapidité d'exécution des soudures sur tubes et sur barres rondes.

TABLEAU I. — *Données sur la soudure par le courant électrique.*

DIAMÈTRE intérieur en millimètres	SECTION en millim. carrés environ	PUISSANCE en chevaux nécessaire à la dynamo	TEMPS en secondes
Tubes de fer extra-forts.			
13	150	8.9	33
19	200	10.5	40
25	300	16.4	47
32	480	22.0	53
38	550	32.3	70
52	825	42.0	84
65	1.125	63.7	93
76	1.[illegible]00	96.2	106
Barres rondes de fer ou d'acier.			
6,2	30	2.0	10
8	50	4.2	15
13	1.2	6.5	20
16	200	9.0	25
19	285	13,0	30

Quant à la nature des métaux, elle fait varier grandement les résultats, puisque ceux-ci dépendent de la résistance électrique du métal. Quelques chiffres permettront de juger des résultats comparatifs pour le fer et le cuivre, par exemple :

La soudure de barres de fer de 250$^{mm^2}$ exige de 12 à 15 chevaux, et peut se faire en 33 secondes.

La soudure de cuivre de même section exigerait de 35 à 40 chevaux, et pourrait se faire en 16 secondes.

La soudure du fer de 740$^{mm^2}$ exigerait 35 à 40 chevaux, et pourrait se faire en 55 secondes.

La soudure du cuivre de 450$^{mm^2}$ exigerait de 72 à 80 chevaux, et pourrait se faire en 22 secondes.

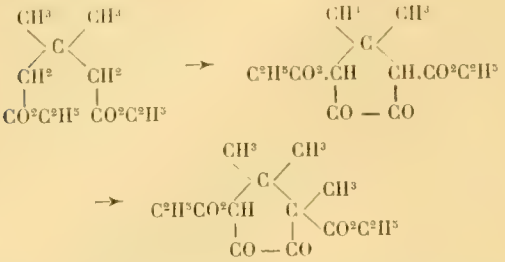
§ 6. — Chimie organique

Synthèse totale de l'acide camphorique. — Ce grand événement, que bien des chimistes organiciens attendaient depuis si longtemps, est enfin arrivé. A vrai dire, il n'a pas suscité une très grande émotion. S'il s'était produit il y a trois ou quatre ans, alors il eût été d'une grosse importance, tandis qu'aujourd'hui on ne peut plus le considérer que comme un beau travail synthétique, mais qui n'apporte rien de plus à ce que l'on savait déjà, la question du camphre étant virtuellement résolue depuis que la véritable constitution des dérivés α et β des séries isolauronolique et campholénique a été élucidée par la voie analytique, laquelle, à notre avis, peut se passer, dans bien des cas, de la voie synthétique pour être absolument probante.

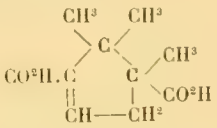
Cela dit, voici comment M. Komppa a réalisé la synthèse totale de l'acide camphorique[1]. La méthode employée est exactement la même que celle qui a servi à l'auteur à réaliser la synthèse de l'acide apocamphorique[2]. L'acide β-β-diméthylglutarique est condensé avec l'éther oxalique pour donner l'acide dicéto-

[1] *Chem. Zeitung*, Déc. 1903, n° 98.
[2] Voir *Revue générale des Sciences*, Nov. 1901.

apocamphorique, qui, méthylé, conduit à l'acide dicétocamphorique :



Cet acide dicétocamphorique est réduit par l'amalgame de sodium en acide dioxycamphorique, lequel, chauffé à 125-130° avec de l'acide iodhydrique, fournit l'acide déhydrocamphorique :



Cet acide additionne facilement l'acide bromhydrique pour donner un dérivé hydrobromé, et enfin ce dernier dérivé, traité par le zinc et l'acide acétique, donne l'acide mésocamphorique. Cette synthèse démontre définitivement, d'après M. Komppa, l'exactitude de la formule de Bredt. A notre humble avis, elle ne démontre rien du tout, parce qu'il y a déjà quelque temps que tous les chimistes qui ont abordé ce sujet, fertile en discussions et souvent en ardentes polémiques, sont tous tombés d'accord pour admettre comme vraie la formule *suggérée* par Bredt en 1893, à la suite de l'apparition de la deuxième formule de Bouveault (1892) et du travail de Kœnigs sur les produits d'oxydation de l'acide camphorique[1].

G. Blanc,
Docteur ès sciences.

§ 7. — Botanique

La Fumagine de l'Olivier et le Cycloconium oleaginum. — Tout le monde sait combien, depuis quelques années, la culture de l'olivier a perdu de terrain dans le midi de la France. M. Zacharewicz, dans une intéressante étude publiée dans la *Revue de Viticulture*, nous montre l'influence néfaste, sous ce rapport, des hivers doux que nous subissons depuis quelque temps. L'humidité persistante et tiède qui en résulte favorise, en effet, le développement des plus redoutables ennemis de l'olivier et en particulier de la Fumagine noire (*Fumago salicina*). C'est un champignon qui recouvre tout l'arbre d'une poussière noirâtre, d'où son nom, et nécessite, pour se développer, un milieu nutritif approprié; ce milieu lui est fourni par les excréments sucrés du *Lecanium Oleæ*, cochenille dont les carapaces desséchées, gonflées par les œufs qu'elles recouvrent, sont bien visibles à l'automne et en hiver sur le tronc des arbres. Les œufs, qui éclosent en mars, donnent naissance à des jeunes qui se répandent sur les rameaux, sécrétant partout le liquide où se développera abondamment la Fumagine. Le manque de froid rigoureux a eu pour résultat d'avancer l'époque d'éclosion de ces jeunes, qui autrefois n'apparaissaient jamais avant le mois de juin, et d'accroître ainsi notablement les ravages du cryptogame parasite.

Un autre champignon, le *Cycloconium oleaginum*, cause aussi de grandes pertes dans les oliveraies. Le mycélium se développe dans le parenchyme de la feuille et dans l'assise corticale du pédoncule des olives; puis, transperçant l'épiderme, il vient donner naissance à de grandes plaques noirés, grisâtres au centre. Toutefois, pour germer, les spores de ce parasite exigent chez l'organe atteint un certain développement; les jeunes pousses demeurent donc inattaquées et l'arbre est envahi du centre à la périphérie. En juin, la défeuillation peut être complète. On a préconisé, pour lutter contre ces champignons, une émulsion composée de savon noir, pétrole et sulfate de cuivre, agissant d'une part comme anticryptogamique par les composés cuivreux qui s'y forment, d'autre part comme insecticide par l'émulsion de pétrole. Mais il ne faut pas oublier que les meilleurs remèdes contre ces attaques sont encore les soins apportés à la culture : la taille et l'élagage des arbres doivent être pratiqués avec rigueur, mais sans exagération, la partie aérienne ayant un rôle essentiel chez tout végétal; enfin, il ne faut pas oublier que l'olivier, comme toute plante, emprunte au sol une partie de ses éléments de croissance; il faut donc les lui rendre sous forme d'engrais répandus après la cueillette des olives.

§ 8. — Physiologie

Le Sérum antithyroïdien. — En 1898, J. Bordet a établi que l'injection, plusieurs fois répétée, à quelques jours d'intervalle, de globules rouges d'un animal à un animal d'espèce différente provoque, chez celui-ci, une réaction spécifique, dont l'effet est de donner à son sérum le pouvoir d'altérer rapidement, *in vitro*, les globules rouges du premier organisme.

En remplaçant, pour ces injections, les globules rouges par d'autres cellules libres, telles que des leucocytes ou des spermatozoïdes, on a obtenu des sérums capables d'altérer rapidement *in vitro* les leucocytes ou les spermatozoïdes ayant servi aux injections; on a fait apparaître, dans le sérum de l'animal injecté, des substances toxiques pour les cellules injectées, des cytotoxines.

La préparation des cytotoxines capables d'agir sur les cellules fixes des tissus, cellules hépatiques, rénales, cérébrales, etc., a été tentée, et des résultats ont été publiés qui tendent à démontrer qu'il peut exister des sérums hépatotoxiques, néphrotoxiques, névrotoxiques, etc.; toutefois, l'existence et le mode d'action de ces diverses cytotoxines ne sont pas aussi nets que ceux des hémotoxines, leucotoxines et spermotoxines : si, en effet, les sérums obtenus par injections répétées d'émulsions d'organes se sont, en général, montrés toxiques pour les animaux dont les tissus avaient servi aux injections, les symptômes observés n'ont pas eu la constance et la spécificité qu'on eût désirées d'une part, et, d'autre part, les tissus sur lesquels le sérum cytotoxique a dû agir n'ont pas révélé d'altérations histologiques nettement et certainement définies.

MM. Jean Demoor et A. van Lint, désirant résoudre d'une façon définitive cette importante question de Physiologie, ont étudié avec un grand soin et une grande précision le sérum antithyroïdien. Ils ont choisi ce cas spécial du tissu thyroïdien et du sérum cytotoxique correspondant, parce qu'on connaît très nettement les symptômes de la suppression thyroïdienne et de l'hypothyroïdisme; parce que ces symptômes sont faciles à apprécier et caractéristiques; parce que, dès lors, il est facile de reconnaître si les accidents produits par le sérum dit antithyroïdien sont bien des accidents d'hypothyroïdisme.

Ces expérimentateurs ont donc injecté, de trois à cinq fois, à quelques jours d'intervalle, dans la cavité péritonéale de cobayes, des corps thyroïdes de chien finement pulpés et émulsionnés; puis ils ont saigné les cobayes ainsi traités, et séparé par centrifugation le sérum de ce sang coagulé. Ce sérum antithyroïdien

[1] La synthèse totale du camphre peut donc être considérée comme réalisée puisque l'on peut passer de l'acide camphorique au camphre (A. Haller : *Bull. Soc. chim.*, t. XV, p. 984).

était injecté sous la peau d'un chien neuf, et l'animal était soumis à une rigoureuse observation.

Voici, d'après les auteurs, un exemple très net des accidents observés. Un petit chien pesant 3 kil. 700 reçoit à trois reprises, à quatre jours d'intervalle pour deux injections successives, 2 centimètres cubes de sérum de cobaye, préparé par des injections intrapéritonéales d'émulsions de thyroïdes de chiens.

Deux jours après la troisième injection, la température rectale atteint 40°, le chien a des frissons, est triste et pèse 3 kilogs. Son état maladif s'exagère rapidement; six jours après l'injection, un ensemble symptomatique très net se manifeste : l'animal est triste, tremblant et passif; les yeux sont larmoyants, sanieux, presque fermés; un catarrhe nasal prononcé détermine une altération du rythme de la respiration avec reniflement fréquent. Le poil est mat, cassant et tombe par grandes plaques. La démarche est caractéristique : les membres postérieurs sont raides, en extension, et provoquent l'élévation du train postérieur; les doigts sont étendus : la marche est digitigrade et bruyante. Bien que l'animal soit abondamment nourri, le poids tombe à 2.900 grammes. Ce sont là, sensiblement tout au moins, les caractères classiques de l'hypothyroïdisme tels qu'on les observe chez le chien ayant subi l'ablation des thyroïdes. Au quinzième jour après la dernière injection, l'animal meurt.

Cette expérience, répétée un grand nombre de fois avec des variantes, a fourni des résultats assez concordants. Les chiens qui ont reçu quelques injections de sérum antithyroïdien de cobaye traité comme nous avons dit ont, en général, présenté des accidents d'hypothyroïdisme ; mais, selon les animaux en expérience, ces accidents ont conduit l'animal à la mort, ou bien ont progressivement disparu, laissant le sujet en état de santé.

MM. Jean Demoor et A. Van Lint ont voulu compléter cette étude physiologique par une recherche histologique. Chez beaucoup de chiens morts à la suite de l'injection de sérum antithyroïdien, ils ont relevé des altérations cellulaires extrêmement profondes, si profondes qu'il n'était sûrement pas erroné de supposer que le système thyroïdien n'avait plus aucune de ses propriétés fonctionnelles.

Ces savants font toutefois remarquer que, chez certains chiens, morts dans les mêmes conditions et avec tous les symptômes d'hypothyroïdisme, ils n'ont relevé que les troubles cellulaires symptomatiques d'une excitation fonctionnelle exagérée; ils en concluent que le mécanisme de la mort est différent chez les deux groupes d'animaux, et que, pour les derniers, il faut le chercher dans une sorte d'intoxication générale de l'organisme par le sérum antithyroïdien.

Il n'est peut-être pas nécessaire d'avoir recours à cette hypothèse supplémentaire, comme le font MM. Demoor et Van Lint, pour concilier les deux groupes d'observations histologiques.

Les accidents que ces auteurs appellent accidents d'hypothyroïdisme sont, en réalité, comme l'a démontré M. Moussu, des accidents d'hypoparathyroïdisme ; ils résultent de la suppression fonctionnelle des parathyroïdes. Ce sont donc les altérations histologiques des parathyroïdes qu'il eût été important de connaître; et l'on peut supposer, jusqu'à preuve du contraire, que ces altérations seraient identiques ou tout au moins analogues chez tous les animaux ayant succombé.

En injectant aux cobayes des thyroïdes de chiens, ces auteurs ont injecté à la fois des thyroïdes et des parathyroïdes; ils ont produit, par conséquent, un sérum antithyro-parathyroïdien, déterminant chez le chien adulte des accidents d'hypoparathyroïdisme, puisque les accidents d'hypothyroïdisme ne se manifestent que très tardivement et par des lésions trophiques. L'observation histologique devait, nous semble-t-il, porter sur les parathyroïdes.

Quoi qu'il en soit, MM. Demoor et Van Lint ont nettement démontré la possibilité de produire un sérum cytotoxique pour les éléments d'un tissu aggloméré, comme il est possible d'en produire pour les éléments normalement dissociés. C'est là un important résultat, digne d'être enregistré.

§ 9. — Sciences médicales

La Commission permanente de la Tuberculose du Ministère de l'Intérieur. — On a récemment procédé, au Ministère de l'Intérieur, à l'installation d'une *Commission permanente de préservation contre la tuberculose.* Cette Commission ne devra s'occuper que de la préservation des individus sains contre le mal, laissant à d'autres le soin de rechercher les meilleurs remèdes à apporter à ceux qui sont déjà atteints.

La Commission s'est divisée en huit Sous-commissions :

1° *Education.* — Présidents : MM. Buisson et le Dr Peyraud.

2° *Alimentation.* — Présidents : MM. Debove et Manoury.

3° *Habitation.* — Présidents : MM. Jules Siegfried et Germain.

4° *Milieu personnel.* — Présidents : MM. les Drs Granger et Albert Robin.

5° *Milieu collectif.* — Présidents : MM. Brouardel et Masson.

6° *Conditions du travail.* — Présidents : MM. Millerand et le Dr Emile Roux.

7° *Défense sociale contre la maladie déclarée.* — Présidents : MM. les Drs Bouchard et Armaingaud.

8° *Voies et moyens.* — Présidents : MM. Strauss et Villejean.

Le Dr Armaingaud vient de présenter à cette Commission, au nom de la 7e Sous-commission chargée d'étudier la défense collective, un Rapport sur la question de l'isolement des tuberculeux dans les hôpitaux, dont le principe avait été voté à l'unanimité dans la séance précédente.

La Commission a adopté à l'unanimité les conclusions suivantes :

1° Dans les hôpitaux publics, les administrations compétentes doivent éviter toutes relations directes ou indirectes entre les malades tuberculeux et les malades non tuberculeux;

2° Les tuberculeux doivent être soignés dans des hôpitaux distincts et qui leur seront exclusivement consacrés;

3° Les villes qui possèdent plusieurs établissements hospitaliers seront invitées à affecter immédiatement un ou plusieurs de ces établissements aux tuberculeux;

4° Là où l'affectation d'un hôpital tout entier est impossible, des quartiers spéciaux doivent être exclusivement réservés aux tuberculeux;

5° Là où l'affectation de quartiers spéciaux n'est pas immédiatement réalisable, en aucun cas les tuberculeux ne pourront être soignés dans les salles communes.

La Commission a ensuite entendu un Rapport de MM. Millerand, ancien ministre, et Roux, sous-directeur de l'Institut Pasteur, qui, au nom de la Sous-commission du travail, ont proposé des modifications aux lois sur l'hygiène des ateliers et fait voter les conclusions suivantes :

1° La substitution du lavage au balayage dans les ateliers dont le sol doit être imperméable. Cette opération devra être faite le soir ou au moins une heure avant le travail;

2° L'obligation d'installer des crachoirs hygiéniques en nombre suffisant et interdiction absolue de cracher sur le sol;

3° L'apposition d'affiches contenant les mesures d'hygiène prophylactique contre la tuberculose.

La Commission a réservé une quatrième proposition relative à l'examen médical des ouvriers.

Etiologie de l'appendicite. — Le médecin-inspecteur Chauvel, à la séance de l'Académie de Médecine du 3 novembre, a fait des remarques très judicieuses au sujet de l'étiologie de l'appendicite. Il a constaté que l'appendicite est, pour ainsi dire, inconnue chez les populations musulmanes de la Tunisie et de l'Algérie qui se nourrissent presque exclusivement de végétaux de toutes sortes et ne mangent presque pas de viande. M. Lucas-Championnière a pu observer, lui aussi, que l'appendicite est très rare parmi les paysans bretons, qui ne mangent de la viande que quelques fois par an, et dans les communautés religieuses qui ont fait vœu d'abstinence. De même, le Dr Schneider, médecin de la Cour du Schah de Perse, n'a soigné que quelques cas d'appendicite depuis qu'il est chargé de ces fonctions, et ces cas sont survenus chez des Persans qui avaient déjà habité Paris ou l'Europe. Enfin, il est de notoriété publique que l'appendicite est, pour ainsi dire, à l'état endémique dans les grandes villes des Etats-Unis, où l'on consomme beaucoup de viande, à New-York, par exemple, où l'on a pu dire que « tout le monde a son appendicite ». Sans doute, les savants vont rechercher encore la part qui serait due à l'abus de la viande dans l'étiologie de cette affection grave. D'ores et déjà, il est intéressant de constater, avec M. le Professeur Chantemesse, que, si elle venait à être bien établie, cette notion apporterait un appui considérable à la théorie de M. Metchnikoff qui, on s'en souvient, a fait jouer un rôle très important aux parasites animaux dans la production de l'infection appendiculaire.

§ 10. — Géographie et Colonisation

La Mission du Capitaine Lenfant. — On a reçu de diverses sources d'excellentes nouvelles du Capitaine Lenfant. Cet explorateur est arrivé dans les eaux du Chari à bord d'une chaloupe à vapeur, ce qui prouve que les cours d'eau sont reliés ensemble depuis le lac Tchad jusqu'à la Bénoué.

La presse anglaise parle en termes élogieux du Capitaine Lenfant, qui a réussi où d'autres avaient échoué. Elle rappelle, en effet, que le Commandant Claude Macdonald, actuellement ministre britannique au Japon, essaya autrefois d'aller de la côte au lac Tchad. Il remonta le Niger, longea le fleuve Kebbi, à bord d'un petit vapeur à aubes. Mais, malgré le faible tirant d'eau de ce bateau (25 centimètres), il ne put trouver suffisamment d'eau à certains endroits du fleuve, et il fut obligé d'abandonner sa tentative. Depuis, le Commandant Macdonald a lu un Rapport de son voyage à la Société de Géographie de Londres, et il y affirmait qu'il était impossible de communiquer par eau de la côte au lac Tchad.

§ 11. — Enseignement

Conseil de l'Université de Paris. — Ce Conseil s'est réuni le 21 décembre sous la présidence de M. Liard. Il a reçu communication du récent décret qui a rattaché l'École Normale Supérieure à l'Université de Paris. Il vote des félicitations à M. et Mme Curie, lauréats du prix Nobel, et remercie le ministre d'avoir, suivant le vœu de la Faculté des Sciences, proposé aux Chambres la création d'une Chaire de Physique générale destinée à M. Curie. Le Conseil a émis ensuite un avis favorable au maintien de la Chaire de Géologie de la Faculté des Sciences.

Le Conseil a décidé enfin qu'il serait tenu au mois de janvier une assemblée générale de tous les professeurs, chargés de cours, agrégés et maîtres de conférences de l'Université de Paris, à laquelle seraient invités les bienfaiteurs de l'Université.

Quelques observations sur l'Esperanto. — A propos du récent article de M. Colardeau sur « Le problème scientifique d'une langue artificielle », nous avons reçu de M. Raveau la lettre suivante :

Monsieur le Directeur,

L'Esperanto rencontre des partisans chaleureux, qui font valoir avec beaucoup de talent la supériorité de la langue créée par le Dr Zamenhof. Sans aborder la question générale de la possibilité d'une langue commune, ni même de la valeur de l'Esperanto, me sera-t-il permis de dire ce que je pense d'une des qualités que l'on vante le plus, à savoir la facilité avec laquelle, sans surcharge pour la mémoire, la nouvelle langue forme des mots par des procédés de dérivation, qui sont aussi anciens que tous les idiomes connus, mais qui sont souvent contrariés par l'irrégularité inhérente à tout langage naturel ?

Je vois que, sur la racine *halt* (arrêt d'un objet en mouvement), on forme le double dérivé *halt-ig-il-o*, qui signifie frein, au sens mécanique (littéralement : instrument à faire arrêter). On me prévient que je ne serai pas obligé de former ce mot moi-même et que je le trouverai dans le dictionnaire; j'en suis fort heureux, car, si je l'ignorais ou que je l'eusse oublié, il est très possible que la propriété que le Dr Zamenhof considère comme caractéristique d'un frein ne soit pas celle à laquelle je penserai. Un frein sert bien souvent à empêcher la vitesse de dépasser une certaine limite; quand un charretier serre son frein en haut d'une descente, ce n'est pas dans le but d'arrêter sa voiture, ni même de ralentir, mais simplement pour ne pas se laisser entraîner. Si je cherche la signification la plus générale du mot frein (au sens mécanique), je trouve l'idée d'un instrument qui exerce un effort résistant et continu s'opposant à un mouvement. L'arrêt n'est pas l'effet nécessaire de cette résistance. Par contre, un terme aussi vague que *haltigilo* s'appliquerait aussi bien à un buttoir, à une entrave ou à tout autre obstacle qu'à un frein.

La même difficulté se rencontrera indéfiniment; toutes les fois qu'on formera un substantif sur une racine exprimant une idée qui ne sera pas extrêmement particulière, l'appellation pourra convenir à d'autres êtres et, inversement, elle omettra des qualités essentielles de l'être désigné.

On me répondra que, même si l'Esperanto était tout aussi incapable qu'une langue quelconque de former un vocabulaire irréprochable au point de vue de la logique, l'usage régulier des procédés de dérivation soulagera beaucoup la mémoire. Je n'en suis pas sûr : je crains qu'à partir du jour où un mot m'aura semblé impropre je préfère m'en fier à ma seule mémoire pour en retenir le sens.

Et que sera-ce quand je constaterai qu'une appellation, proposée pour un être, ne s'applique certainement pas à celui-là ? Prenons, par exemple, le mot *vortaro*, qui signifie dictionnaire ; le suffixe *ar* est, me dit-on, réservé aux collectivités ; en quoi un dictionnaire est-il une collection de mots? Un dictionnaire est un livre formé d'articles rangés dans un ordre alphabétique ; si je réserve le mot *vortaro* à un dictionnaire de la langue française, comment appellerai-je l'ensemble des mots, le vocabulaire français? Ma mémoire me sera-t-elle inutile, pour me rappeler que le sens du mot *vortaro* n'est pas celui que je serais logiquement tenté de lui attribuer?

Revenons à notre frein. Je consens pour un instant à ce que l'idée de contrarier un mouvement paraisse à un espérantiste suffisamment connexe de celle d'arrêter pour qu'il ne rencontre pas la difficulté qui m'embarrassait; il va en trouver d'autres. Il s'agit de former le vocabulaire technique; comment appelleronsnous le frein de Prony? Il est de toute impossibilité de chercher à créer un mot nouveau pour désigner cet organe que les mécaniciens appellent couramment : le frein. Dans nos langues, personne n'est choqué de voir l'appellation de frein étendue à un appareil qui ressemble beaucoup à un frein; c'est là un procédé cons-

tant d'élargissement du sens des mots. Mais comment l'Esperanto pourra-t-il, sans répudier toute logique, appeler un appareil *haltigilo*, simplement parce qu'il ressemble à un autre appareil, qui peut mériter le nom de *haltigilo*?

La nécessité où l'on sera ici d'appliquer une même désignation à des objets qui se ressemblent se retrouvera fréquemment, à moins que l'on ne consente à accroître indéfiniment le nombre des mots de l'Esperanto. C'est là une difficulté que les espérantistes passent sous silence et qui est cependant des plus graves. L'application consciente des procédés de dérivation, qui est bien loin de fournir des résultats très satisfaisants, a pour conséquence de nous habituer à peser, un peu plus que nous ne le faisons d'ordinaire, la valeur des mots et de nous faire remarquer l'habitude où nous sommes d'employer un même terme dans des sens très variés. Cette multiplication des sens n'avait pas, en général, grand inconvénient, et je n'ai jamais été gêné d'entendre le mot frein prendre, dans la bouche d'un cavalier, d'un anatomiste ou d'un cocher, des significations très différentes. Quel qu'ait été, ce que j'ignore d'ailleurs, le sens primitif du mot, chaque fois que je l'entends dans une acception déterminée, il éveille dans mon esprit une idée absolument distincte. Mais en Esperanto le mot devra rester confiné dans son sens étymologique, puisque ce sens doit toujours être présent à mon esprit, sans quoi la logique ne serait plus d'aucune utilité pour le retrouver ou le comprendre et ma mémoire cesserait d'éprouver le soulagement qu'on lui promettait. De fait, on ne manque pas de me prévenir que *haltigilo* n'équivaut à frein qu'au sens mécanique, ce qui signifie apparemment qu'aux autres sens correspondent d'autres mots, et je pose cette question : Simplifie-t-on véritablement une langue en enlevant à un même mot plusieurs acceptions plus ou moins connexes pour transporter chacune d'elles à des mots distincts?

Je sais bien que, dans certains cas, l'Esperanto pratique de telles coupes dans le vocabulaire qu'au total on pourrait dire que le gain balance la perte. Mais je demande encore à vérifier la nature de ce gain. Si je proteste contre une complication du vocabulaire qui n'a pas pour effet de permettre l'expression de nuances plus délicates de la pensée, je n'accepterai pas plus volontiers la suppression de mots qui me paraissent indispensables pour exprimer des idées courantes.

J'apprends, par exemple, que l'Esperanto distingue deux sens que j'attribuais au seul mot français antiquité : celui de « vieillerie » (par parenthèse, voici une langue qui traite bien légèrement l'archéologie) et celui de « caractère d'ancienneté » et les attribue à deux dérivés différents. Cette subtilité fait mon admiration, mais aussi mon inquiétude; allons-nous avoir besoin d'un autre mot pour désigner les temps antiques et la société antique, qui sont deux autres acceptions du mot français antiquité? A côté de cette difficulté, qui est la même que je signalais plus haut pour un objet concret, apparaît la seconde : le mot qui signifie antiquité est dérivé lui-même de celui qui signifie nouveauté et, bien que je n'aie pas à ma disposition de dictionnaire esperanto, je me crois fondé à penser qu'il existe deux adjectifs *nova* et *malnova*. Quel est donc le sens précis de ce couple de mots opposés? Si *nova* signifie nouveau, je serai tenté de croire que *malnova* signifie ancien, lorsque je penserai aux expressions : l'ancien et le nouveau Testament; les anciens et les nouveaux (dans une école). Mais si *malnova* signifie ancien, pourrai-je traduire *nova* par récent, en songeant à l'opposition : anciens ou récents? D'ailleurs, *malnova* ayant le même radical que les mots qui signifient antiquité, je pense qu'on lui donnera quelquefois le sens d'antique, et c'est moderne que devra rendre *nova*, si je passe à la division des temps qu'établissent les historiens. Et si j'hésite pour *nova* entre moderne et nouveau, comment dirai-je : l'art moderne et l'art nouveau?

Ici encore, je n'épilogue pas sur un mot bien choisi; je soulève une question générale, peu différente au fond de la première; les deux mots d'un couple comme ceux que forme l'Esperanto ne resteront en opposition de sens qu'autant que leur signification sera extrêmement limitée; si l'on veut conserver ces oppositions, à cause de l'avantage qu'elles offrent de réduire de moitié l'effort de la mémoire, il faudra, ou bien multiplier les mots plus qu'en aucune langue, ou bien renoncer à traduire des nuances aussi tranchées que celles qu'expriment les termes : récent, nouveau, moderne, d'une part, ancien et antique, d'autre part.

On pourrait formuler bien d'autres réserves au sujet de la perfection de l'Esperanto et de la facilité qu'auront tous les peuples civilisés à en acquérir le vocabulaire et à le manier correctement. Ce que j'ai dit me paraît plus que suffisant pour justifier ma conclusion : Si les apôtres qui sèment la bonne parole espérantiste veulent éviter à leurs néophytes bien des désillusions, ils devront leur faire comprendre que, si le but qu'ils se proposent est noble et désirable, la voie qui y conduit sera souvent ardue. L'idée de doter l'univers d'une langue que tous comprendraient et parleraient n'est peut-être pas chimérique, mais on compromettrait certainement sa réalisation en ne prévenant pas ceux qui veulent y contribuer que les difficultés sont nombreuses et qu'ils doivent avant tout s'armer de courage et de persévérance.

Veuillez agréer, etc.

C. Raveau,
Physicien du Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers.

Post-scriptum. — Depuis que ceci a été écrit, j'ai eu l'occasion d'interroger plusieurs savants espérantistes; leurs réponses, sur un des points qui m'intéressent le plus, sont uniformes : on créera autant de mots distincts qu'il en faudra pour désigner les différents objets. C'est ainsi que *vortaro* semble devoir être réservé (c'est, du moins, une opinion personnelle à l'un de mes interlocuteurs) à un dictionnaire en deux langues, sans exemples, chaque mot correspondant à un mot, ce que nos candidats au baccalauréat appellent un lexique. Le Dictionnaire de l'Académie ne serait pas un *vortaro*, non plus que le Dictionnaire de la conversation. Les espérantistes ne font aucune difficulté à reconnaître que, sur un nom donné, on devra souvent former plusieurs collectifs; ainsi nous avons *vagorano* (de *vagono*, wagon) qui signifie train, et *ŝiparo* (de *ŝipo*, bateau), qui signifie flotte; on créera des mots pour désigner un train de bateaux et le matériel roulant des chemins de fer. J'attendrai qu'ils soient créés, ainsi que beaucoup d'autres, en un mot que l'Esperanto existe, pour me faire une opinion définitive.

Un espérantiste très autorisé m'a assuré que jamais le mot *haltigilo* ne servirait à désigner le frein de Prony; on essaiera peut-être une périphrase dont un terme signifierait : dynamomètre. Pour le frein de la langue, encore un mot spécial; j'ai entendu proposer une périphrase dont le sens littéral serait : corde de la langue. Je ne voudrais pas abuser de l'inadvertance d'un interlocuteur que j'ai peut-être surpris et qui m'a, d'ailleurs, répondu avec beaucoup de complaisance, mais je ne puis m'empêcher d'observer que la métaphore s'impose invinciblement à notre esprit, et que c'est au moment où il rejette comme impropre l'appellation de frein donnée à un organe mécanique qui frotte sur un axe, qu'un espérantiste trouve naturel de nous mettre une corde sous la langue.

La Revue scientifique. — Nous apprenons que le Dr Toulouse, médecin en chef de l'Asile d'aliénés de Villejuif, a pris la direction de la Rédaction de la *Revue scientifique* (Revue rose). Il compte donner dans ce périodique, dont la vie se poursuit sans interruption depuis quarante ans, une plus grande place aux recherches expérimentales et, en particulier, aux sciences psychologiques et sociologiques.

LE RADIUM ET LA RADIO-ACTIVITÉ

DEUXIÈME PARTIE : L'ÉMANATION ET LES AUTRES PROPRIÉTÉS CONSÉQUENCES THÉORIQUES

Dans un premier article[1], nous avons rappelé les recherches qui ont conduit à la découverte du radium et indiqué les caractères de son rayonnement; nous allons examiner les autres propriétés de ce corps et les hypothèses auxquelles elles ont donné lieu.

I. — La radio-activité induite et l'émanation.

Les phénomènes précédemment décrits avaient déjà été obtenus, pour la plupart, avec les tubes de Crookes. On avait déjà étudié des rayonnements analogues, sinon identiques à ceux qu'émet le radium ; les différentes actions de ces rayonnements (ionisation des gaz, phosphorescence, etc.) avaient été observées en partie avec les rayons X et les rayons cathodiques, et, si le radium a permis de faire plus commodément certaines expériences et même d'en faire de complètement nouvelles, la nature des rayons qu'il émet n'était pas absolument inconnue. La cause de la production de ces rayons par le radium est donc apparue d'abord seule comme complètement mystérieuse.

Le phénomène que nous allons maintenant décrire est lié intimement à cette cause. Il semble jusqu'ici tout à fait spécial aux corps radio-actifs; son mode de propagation est également entièrement nouveau, et les lois de son développement, déterminées expérimentalement, n'ont pas encore reçu d'explication théorique. Il a été découvert par M. et Mme Curie avec les composés de radium; quelques mois plus tard, M. Rutherford observa avec les composés du thorium un phénomène analogue, quoique se présentant d'une manière un peu différente. Depuis, cette propriété s'est montrée très fortement avec les composés d'actinium.

Le premier phénomène constaté par M. et Mme Curie est le suivant : Tout corps placé dans le voisinage d'un sel de radium à l'état solide ou en dissolution devient temporairement radio-actif, c'est-à-dire qu'il émet des rayons produisant, comme ceux du radium, l'ionisation des gaz, l'impression photographique, la phosphorescence, etc. Cette radio-activité provoquée sur les corps s'établit progressivement pendant l'exposition à l'action du radium et persiste assez longtemps après que le radium a été éloigné. M. et Mme Curie ont appelé ce phénomène la *radio-activité induite*.

MM. Curie et Debierne ont précisé les circonstances dans lesquelles le phénomène se produit. Les différents rayonnements décrits plus haut ne sont pas la cause du phénomène; des corps exposés à ces rayonnements peuvent n'être pas activés; d'autres, qui n'ont pas reçu de rayons du radium, peuvent l'être fortement; le radium ne produit pas la radio-activité induite à l'extérieur d'un tube scellé qui le contient.

La radio-activité induite se produit le mieux lorsqu'on place le radium, en tube ouvert, avec les corps à activer dans une enceinte close. Dans ces conditions, l'enceinte et tout ce qui est dans l'enceinte devient radio-actif; les parties qui ne reçoivent pas le rayonnement du radium sont aussi actives que celles qui le reçoivent. L'activation se produit progressivement. Au bout d'un certain temps, tout l'espace de l'enceinte a acquis la propriété de rendre les corps radio-actifs. La cause de la radio-activité induite réside alors dans cet espace, qui conserve la propriété d'activer les corps pendant un temps très long, un mois environ après que le radium a été retiré. Cette propriété disparaît cependant progressivement avec le temps. Elle disparaît immédiatement si l'on extrait les gaz de l'enceinte ou si l'on chasse ces gaz par un courant d'air. Les gaz extraits de l'enceinte peuvent activer; ils ont emporté la cause de la radio-activité induite.

Une forme particulière d'énergie est donc produite par le radium; cette énergie se diffuse autour de lui à la manière d'un gaz et crée la radio-activité induite sur les corps environnants.

M. Rutherford admet que cette énergie caractérise un gaz matériel radio-actif instable, qui est dégagé d'une façon continue par le radium. Il a appelé ce gaz hypothétique l'*émanation* du radium. M. Curie, sans vouloir préciser autant les hypothèses, adopte le mot d'*émanation* pour désigner la nouvelle énergie dans la forme sous laquelle elle est répandue dans le gaz environnant le radium.

Les nombreuses expériences qui ont été faites avec le radium et les autres corps radio-actifs permettent de donner l'image suivante du phénomène :

Le radium produit d'une façon continue des centres particuliers d'énergie (émanation); ces centres se répandent autour de lui comme un gaz, et la radio-activité excitée sur tous les corps environnants, et caractérisée par l'émission de rayons de Becquerel, est produite aux dépens de l'énergie de

[1] Voir la *Revue* du 15 janvier, t. XV, p. 11 et suiv.

ces centres activants. L'énergie activante de l'émanation diminue donc peu à peu pour se transformer en énergie radiante (rayons de Becquerel) émise par les corps activés, et cette énergie radiante se dissipe en produisant les effets précédemment décrits (ionisation, effets photographiques, etc.). Il y a ainsi, à partir du radium, une série de transformations d'énergie, depuis l'énergie, de nature inconnue, qui produit l'émanation, jusqu'à l'énergie lumineuse ou électrique qui résulte du rayonnement Becquerel.

Les corps activés émettent des rayons identiques aux rayons directement émis par le radium ; ceux-ci peuvent être considérés comme résultant d'une transformation sur place de l'émanation produite par le radium.

Si l'on soustrait les corps activés à l'action de l'émanation, l'intensité du rayonnement qu'ils émettent diminue progressivement; MM. Curie et Danne ont déterminé expérimentalement la courbe de décroissance, en mesurant à chaque instant l'intensité du rayonnement, à partir du moment où le corps est soustrait à l'action du radium.

Lorsque la durée de l'activation a été assez longue, ces courbes expérimentales peuvent toutes être représentées par une même formule :

$$I = I_0 \left[a e^{-\frac{t}{\theta_1}} - (a-1) e^{-\frac{t}{\theta_2}} \right],$$

dans laquelle I représente l'intensité du rayonnement au temps t, I_0 l'intensité initiale, a un coefficient numérique, θ_1 et θ_2 des constantes de temps. La courbe obtenue en portant en abscisses les temps, et en ordonnées les logarithmes des intensités, est représentée dans la figure 1 (courbe I). Au bout de deux ou trois heures, l'influence de la deuxième exponentielle devient très faible; la loi de décroissance est une exponentielle simple, et la courbe en logarithme se confond avec une droite. L'intensité baisse alors de la moitié de sa valeur en 28 minutes. Cette loi-limite peut être considérée comme caractéristique des corps activés par le radium. Les activations provoquées par les autres corps radioactifs, thorium et actinium, ont des lois de décroissance différentes.

Lorsque la durée d'activation est courte, la courbe prend au début une forme différente; on peut même, pour des temps d'activation très courts, constater une augmentation du rayonnement après que l'émanation a cessé d'agir; puis l'intensité passe par un maximum et diminue ensuite; au bout de deux heures environ, on retrouve la loi de diminution de moitié en 28 minutes. Ces courbes sont représentées dans la figure 1.

Les différents aspects de la désactivation peuvent être expliqués théoriquement d'une manière très exacte, d'après M. Curie, en supposant que l'énergie de l'émanation ne se transforme pas directement en rayons de Becquerel, mais produit d'abord sur le corps activé une forme intermédiaire qui se transforme elle-même en énergie radiante (rayons de Becquerel), l'accroissement et la décroissance de chaque forme d'énergie se faisant suivant des lois exponentielles simples à coefficients déterminés; chaque forme d'énergie peut, d'ailleurs, caractériser une matière particulière.

L'activation d'un corps solide se fait également progressivement et la loi d'accroissement de l'activité induite est identique à la loi de décroissance,

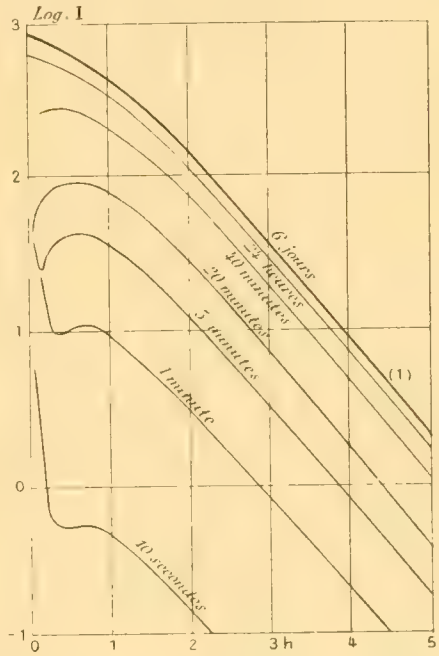


Fig. 1. — *Courbes de décroissance de l'activité induite prise par un corps solide sous l'influence de l'émanation du radium.* — On a porté en abscisse le temps écoulé à partir du moment où le corps a été soustrait à l'action du radium, et en ordonnée le logarithme de l'intensité du rayonnement émis par le corps activé. Chaque courbe correspond à une durée différente de l'action de l'émanation. Après, toutes les courbes deviennent rectilignes et prennent la même direction.

c'est-à-dire que la variation de la différence entre l'activité à un instant donné et l'activité finale peut être représentée par la même courbe que celle de la figure 1. Ce résultat est également expliqué par la théorie précédente.

Tous les corps subissent la radio-activité induite, et les lois d'accroissement et de décroissance sont les mêmes. Cependant, certains corps semblent dissoudre de l'émanation, tels les liquides, la paraffine, le caoutchouc, le celluloïd, etc. Alors la loi de désactivation est plus lente à cause de l'influence de l'émanation dissoute.

Lorsque des corps phosphorescents sont activés, ils deviennent lumineux, et la luminosité persiste

tant que le corps est radio-actif. C'est ainsi qu'un vase de verre devient lumineux lorsqu'il contient de l'émanation. On peut aussi rendre lumineux, sous l'influence de l'émanation, le diamant, le sulfure de zinc, le platinocyanure de baryum, etc. Les effets peuvent être très intenses.

L'activation se produit seulement à la surface des corps, et chaque fois qu'on enlève par frottement ou par des procédés chimiques la couche superficielle, on enlève en même temps la radio-activité induite. Celle-ci est, d'ailleurs, restée sur la partie enlevée, qui se désactive suivant la même loi.

Les *centres activants* ou *émanation* sont caractérisés par la faculté de produire la radio-activité induite. De plus, une très forte ionisation est produite dans le gaz contenant de l'émanation, et l'énergie de l'émanation est généralement mesurée par l'intensité de cette ionisation. Cette ionisation peut être due soit à un effet direct de l'émanation, soit à la radio-activité induite produite sur le gaz par l'émanation.

La loi de décroissance de l'énergie de l'émanation a été déterminée également par MM. Curie et Danne. C'est une loi exponentielle simple, de forme :

$$I = I_0 e^{-\frac{t}{\theta}};$$

l'énergie décroît de la moitié de sa valeur en quatre jours. On a ainsi une deuxième constante de temps qui est également caractéristique de l'émanation du radium, et les deux constantes des lois de décroissance ont été considérées jusqu'ici comme des nombres caractérisant l'élément radium.

La loi de décroissance de l'émanation est très lente; des effets de radio-activité peuvent être produits dans une enceinte close, mise d'abord en communication avec le radium, un mois après que le radium a été enlevé. L'émanation a ainsi le temps de se diffuser très loin du radium avant d'être détruite, et des activations à grande distance peuvent se produire; on peut obtenir de l'activité induite, révélée par exemple par la phosphorescence du sulfure de zinc, dans une enceinte reliée au radium par un tube capillaire de 1 mètre de longueur.

L'émanation est produite par tous les sels de radium et la quantité d'émanation dégagée est proportionnelle à la quantité de radium. Le dégagement d'émanation est plus grand lorsque le sel est dissous dans l'eau que lorsqu'il est à l'état solide. Le rayonnement Becquerel émis directement par le sel est également variable; il est plus grand lorsque le sel est solide que lorsqu'il est en dissolution, et un sel solide préparé depuis longtemps émet plus de rayons que lorsqu'il est fraîchement cristallisé. Ces variations s'expliquent de la manière suivante : Le radium produit, quel que soit son état, toujours la même quantité d'émanation ; mais, lorsque le corps est solide, une grande partie de cette émanation ne peut se dégager à l'extérieur et est transformée sur place en radio-activité induite, puis en rayons de Becquerel. Le rayonnement émis directement par le sel de radium solide sera donc important, et son intensité sera constante lorsque la perte d'énergie par le rayonnement Becquerel et par l'émanation diffusée à l'extérieur sera égale à celle produite par le radium d'une façon régulière et continue. Lorsque le radium est en dissolution, l'émanation peut se diffuser à travers le liquide, et elle ne produit que très peu de rayons Becquerel sur les particules du sel; si l'on fait cristalliser celui-ci, il émet d'abord un rayonnement assez faible, qui augmente peu à peu sous l'influence de l'émanation qui ne peut plus se dégager. L'intensité du rayonnement atteint, au bout d'un mois environ, une valeur qui peut être cinq fois plus grande que celle du sel récemment cristallisé.

D'une façon générale, toutes les circonstances qui favorisent la diffusion de l'émanation à l'extérieur (grande surface de contact avec l'air, courant d'air dans la dissolution, etc.) diminuent le rayonnement propre du sel de radium; tous ces faits concordent parfaitement avec l'hypothèse que le rayonnement est dû à la transformation sur place de l'émanation.

Lorsqu'on veut obtenir de grandes quantités d'émanation, on a donc intérêt à employer une solution au lieu d'un sel solide.

Nous avons vu précédemment que l'activation par l'émanation se produit progressivement; elle atteint une valeur-limite après quelques heures d'exposition à l'émanation. Cette valeur-limite ne dépend pas de la nature du corps, c'est-à-dire que le rayonnement par unité de surface est le même pour tous les corps placés dans les mêmes conditions; mais cette limite dépend de plusieurs circonstances intéressantes.

Les corps électrisés négativement s'activent plus que les corps électrisés positivement. Ce phénomène a été découvert par M. Rutherford avec l'émanation du thorium; il semble général et se produit également avec celle du radium et celle de l'actinium.

La grandeur de l'activation n'est pas identique dans toutes les parties d'une même enceinte. Dans les parties larges, l'activation est plus grande que dans les parties étroites, et la grandeur de l'activité induite-limite d'une surface est sensiblement proportionnelle au volume de l'émanation placé devant elle. Ce résultat montre que l'activation n'est

pas due à un phénomène de contact direct entre l'émanation et le corps solide; en effet, dans ce cas, l'intensité de l'activation en un point ne dépendrait que de la concentration de l'émanation en ce point. Or, cette concentration est sensiblement la même en tous les points d'une enceinte close, et l'activation devrait être également la même en tous les points. Si la radio-activité induite sur une surface est proportionnelle au volume d'émanation placé devant elle, c'est que chaque partie de l'émanation placée devant la surface agit sur celle-ci; tout se passe donc comme si chaque centre d'émanation émettait un rayonnement spécial produisant la radio-activité induite, l'intensité de celle-ci étant proportionnelle au flux total de rayonnement reçu par la surface. Ce nouveau rayonnement, tout à fait distinct de ceux qui ont précédemment étudiés, a été appelé le *rayonnement activant* (Debierne). L'influence de l'électrisation sur l'activation peut, d'ailleurs, être due à une action du champ électrique sur le rayonnement activant, dont les rayons seraient alors électrisés positivement.

Si cette manière de voir est exacte, chaque émanation émet un rayonnement distinct, car la nature de la radio-activité induite dépend de celle de l'émanation. De nouvelles recherches sont nécessaires pour préciser complètement le mécanisme de l'activation.

Dans un grand nombre de cas, l'émanation se comporte comme un gaz. Lorsqu'on met en communication un vase contenant de l'émanation avec un vase n'en contenant pas et à une température différente, le partage se fait entre les deux vases suivant les lois ordinaires de compression et de dilatation des gaz. L'émanation se diffuse comme un gaz, et son coefficient de diffusion, déterminé par MM. Curie et Danne, est voisin de celui du gaz carbonique. Ces faits ne peuvent cependant être considérés comme donnant une démonstration de la nature matérielle de l'émanation; ils peuvent résulter simplement d'un groupement de molécules gazeuses ordinaires autour d'un centre d'émanation, groupement analogue à celui des molécules ordinaires autour d'un centre électrisé qui constitue l'ion gazeux. En tout cas, les propriétés si curieuses de l'émanation indiquent que, si elle est de nature matérielle, la matière qui la constitue n'est pas dans l'état ordinaire.

L'émanation perd les propriétés d'un gaz lorsqu'on abaisse suffisamment la température. MM. Rutherford et Soddy ont découvert, en effet, que, lorsqu'un vase contenant de l'émanation est plongé dans l'air liquide, l'émanation se condense sur les parois du vase; ils considèrent ce phénomène comme une liquéfaction de l'émanation. Cependant, les circonstances qui accompagnent la condensation de l'émanation paraissent différentes de celles de la liquéfaction d'un gaz. En effet, MM. Rutherford et Soddy indiquent que la condensation s'effectue brusquement à une température parfaitement fixe (— 151°): lorsque l'émanation est condensée, on peut, sans l'évaporer, d'après MM. Ramsay et Soddy, faire passer au-dessus un courant d'air et même faire le vide. Or, lorsqu'un gaz se liquéfie, le liquide a généralement une forte tension de vapeur, et le gaz ne peut disparaître que progressivement à mesure que la température diminue, par suite d'une diminution de tension de vapeur. De plus, la masse de gaz matériel hypothétique constituant l'émanation est nécessairement excessivement petite, et il serait tout à fait extraordinaire que la tension de vapeur de l'émanation fût suffisamment faible pour qu'on pût faire le vide sans l'évaporer. Ce phénomène présente donc des circonstances tout à fait remarquables. Il peut être utilisé pour séparer de l'émanation les gaz qui l'accompagnent.

L'émanation ne semble pas s'altérer sous l'influence des actions physiques ou chimiques. Une forte variation de température, de — 180° à + 500°, ne produit aucun changement dans la loi de décroissance, et l'on peut faire passer l'émanation à travers des solutions acides ou basiques, ou une colonne d'oxyde de cuivre chauffé, sans faire varier ses propriétés.

Différentes actions chimiques sont produites au contact du radium et résultent peut-être d'une action de l'émanation. C'est ainsi que l'air qui a été en contact avec les sels de radium contient de l'ozone; l'oxygène est donc condensé comme sous l'influence des effluves électriques. Le bromure et le chlorure de radium dégagent des composés chlorés et bromés. Enfin, les solutions de sels de radium dégagent de l'hydrogène et de l'oxygène; ces gaz résultent vraisemblablement d'une décomposition de l'eau. Ces actions chimiques ne sont pas produites par le rayonnement du radium.

Certains corps peuvent être activés en les dissolvant dans une solution d'un sel de radium; on sépare ensuite le radium par un procédé chimique. MM. Curie et Giesel ont pu obtenir ainsi des sels de bismuth activés dont l'activité diminuait très lentement.

II. — Chaleur dégagée par les sels de radium.

Parmi les propriétés du radium, l'une des plus importantes, récemment découverte par MM. Curie et Laborde, consiste en ce fait que les sels de cet élément dégagent de la chaleur d'une façon continue; la quantité dégagée est considérable. On pouvait bien penser que les différents rayonnements émis

par le radium se transforment en énergie calorifique; mais la grandeur du phénomène est tout à fait différente de ce que l'on pouvait imaginer. Un gramme de radium dégage environ 100 calories à l'heure. Ce dégagement a été mis en évidence et mesuré dans des expériences très simples.

Si l'on isole calorifiquement un sel de radium, sa température s'élève spontanément. Du chlorure de radium pur ayant été placé dans un vase de Dewar servant à la conservation de l'air liquide, la température intérieure s'éleva de 3° au-dessus de la température ambiante.

La quantité de chaleur dégagée a été mesurée directement au calorimètre de Bunsen, dans lequel on détermine la quantité de glace fondue en un temps donné en utilisant la contraction au moment de la fusion. Le radium fond un peu plus de son poids de glace à l'heure.

Enfin, une expérience très brillante de MM. Curie

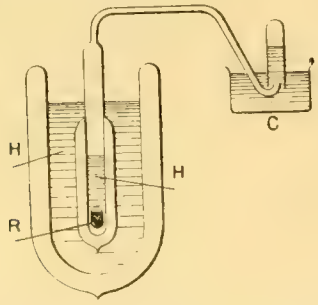


Fig. 2. — *Dégagement de chaleur par le radium à la température de — 253°.* — R, sel de radium en tube scellé; H H, hydrogène liquide; C, cuve à eau. La chaleur dégagée produit une vaporisation de l'hydrogène liquide et le gaz dégagé est recueilli sur la cuve à eau.

et Dewar permet de constater la production de chaleur d'une manière tout à fait tangible, en même temps qu'elle montre que le dégagement se produit également à la plus basse température que nous puissions obtenir. Un vase de Dewar pouvant être muni d'un tube de dégagement à la partie supérieure (fig. 2), et contenant de l'hydrogène liquide (— 253°), est lui-même plongé dans l'hydrogène liquide. Dans ces conditions, aucun apport de chaleur à l'hydrogène liquide intérieur n'est possible, et aucun dégagement gazeux résultant d'une vaporisation ne se produit.

Si l'on place dans le vase intérieur un sel de radium enfermé dans un tube scellé, une vaporisation continue se produit et l'on a un dégagement de gaz absolument régulier; avec 7 décigrammes de bromure de radium pur, le dégagement était de 73 centimètres cubes par minute. Et la chaleur dégagée (à — 253°) est de même ordre que la chaleur dégagée à la température ordinaire et vraisemblablement à toute autre température. D'après des expériences récentes, l'émanation et la radio-activité induite seraient la cause de la production d'une grande partie de la chaleur dégagée.

Le radium produit de la chaleur continuellement, comme il dégage l'émanation ou émet des rayons Becquerel, et peut-être le dégagement de la chaleur n'est-il que le dernier terme des transformations d'énergie que nous avons déjà énumérées plus haut. Peut-être aussi chaque transformation d'énergie étudiée précédemment (transformation de l'énergie du radium en émanation, celle de l'énergie de l'émanation en rayons de Becquerel avec les formes intermédiaires, etc.) n'est-elle pas intégrale et comporte-t-elle un certain coefficient de rendement, une certaine proportion seulement de l'énergie de l'émanation, par exemple, se transformant en radio-activité induite, et le restant étant transformé en chaleur, de même que, dans une pile, une partie seulement de l'énergie chimique est transformée en énergie électrique, le surplus étant transformé en chaleur. On peut également considérer qu'après un certain nombre de transformations, toutes les formes d'énergie accompagnant le radium donnent de la chaleur, et, si l'on mesure la chaleur obtenue lorsque le radium est enfermé dans une enveloppe métallique suffisamment épaisse, on doit avoir ainsi une mesure de l'énergie totale venant du radium.

Il est vraisemblable que ce dégagement d'énergie date de la formation du minerai d'où l'on retire le radium; c'est un temps que nous ne pouvons évaluer, mais qui est certainement plus grand que des milliers de siècles. Un gramme de radium dégage environ 800.000 calories en une année; il en résulte que la quantité dégagée par le radium depuis sa formation est tout à fait inimaginable. L'ordre de grandeur de ce dégagement permet de considérer comme possible que l'énergie solaire et celle des étoiles, et peut-être en partie celle du centre de la Terre, soient produites par des corps radio-actifs : un calcul fait récemment par M. Wilson montre que la présence d'un gramme de radium par tonne de matière dans le Soleil permet d'expliquer le rayonnement total de cet astre.

III. — Production de l'hélium.

Plusieurs savants avaient déjà fait remarquer, dès le début des recherches sur les corps radio-actifs, que les minéraux radio-actifs sont également ceux qui contiennent de l'hélium, et ils avaient pensé que ce n'était pas là une coïncidence fortuite. M. Ramsay, à qui l'on doit la découverte de l'hélium dans les minéraux, et M. Soddy ont pu démontrer que l'hélium est produit par le radium.

Il a déjà été indiqué précédemment que les solutions de radium dégagent des gaz hydrogène et

oxygène. MM. Ramsay et Soddy ont absorbé ces deux gaz par l'action du cuivre chauffé et de l'oxyde de cuivre et par absorption de l'eau formée par l'anhydride phosphorique. Ils observèrent que le gaz restant présente le spectre de l'hélium en même temps que quelques raies inconnues.

Ils purent aller plus loin et préciser à quel moment apparaissait le spectre de l'hélium. Pour cela, ils condensèrent l'émanation dans l'air liquide et chassèrent les gaz mélangés par un courant d'oxygène pur. Le spectre obtenu, lorsque l'émanation fut revenue à la température ordinaire, ne représentait pas le spectre de l'hélium; il contenait des raies nouvelles que les auteurs considérèrent comme représentant le spectre de l'émanation. Mais, au bout d'un certain temps, les raies de l'hélium apparurent en même temps que disparaissait l'émanation.

On peut admettre, si les phénomènes ont été exactement observés, que l'hélium a été, pour ainsi dire, créé sous les yeux de MM. Ramsay et Soddy; d'après leur dernière expérience, la production de l'hélium résulte de la destruction de l'émanation produite par le radium. La découverte si remarquable des savants anglais est trop récente pour que toutes les circonstances qui accompagnent le phénomène soient bien connues; j'indiquerai cependant, à la fin de cet article, les interprétations qui peuvent être proposées.

IV. — Les autres substances radio-actives.

J'ai déjà indiqué, précédemment, qu'il existe des éléments radio-actifs différents du radium. Les uns, comme le thorium et l'uranium, sont faiblement radio-actifs; ils étaient connus avant la découverte du radium. Les autres, comme le polonium et l'actinium, sont fortement radio-actifs; mais leur nature d'éléments chimiques nouveaux n'est pas encore démontrée : elle apparaît cependant comme probable, étant donnée la démonstration complète qui a été faite pour le radium.

L'*uranium* est faiblement radio-actif; malgré quelques travaux contradictoires, il semble bien aujourd'hui que cette radio-activité ne provient pas d'une impureté fortement radio-active et qu'elle caractérise l'élément uranium. Ce rayonnement, découvert et étudié par M. Becquerel, est très faible et contient les diverses espèces de rayons déjà trouvées dans le radium. Il ne produit pas d'émanation ni de radio-activité induite, mais peut provoquer la radio-activité en solution. Certains sels d'urane phosphorescents sont spontanément lumineux, très faiblement d'ailleurs.

Le *thorium*, dont la radio-activité a été découverte simultanément par Mme Curie et M. Smith, a une radio-activité dont l'intensité est voisine de celle de l'uranium. Il a fait l'objet d'un grand nombre de travaux de M. Rutherford. Les rayons qu'il émet sont peu pénétrants, et il produit une émanation qui donne la radio-activité induite. Malgré la grandeur très faible des effets de l'émanation, M. Rutherford a pu l'étudier complètement et trouver des résultats nouveaux, importants, qui ont déjà été signalés à propos du radium; l'émanation du thorium a une durée très courte par rapport à celle de l'émanation du radium; son intensité diminue de la moitié de sa valeur en une minute dix secondes.

Cette émanation se dégage très facilement des sels de thorium; elle a été étudiée en l'entraînant par un courant d'air; en effet, dans l'air tranquille, elle ne peut s'éloigner beaucoup du sel de thorium qui la produit, à cause de sa courte durée. La radio-activité induite provoquée par cette émanation suit une loi de décroissance telle que son intensité décroît de la moitié de sa valeur en onze heures. Des effets d'activité induite peuvent être également obtenus en solution, et M. Rutherford a obtenu des produits temporairement actifs en précipitant l'hydrate de thorium par l'ammoniaque et en évaporant la dissolution. Le résidu est assez fortement actif et son activité diminue de la moitié de sa valeur en quatre jours. M. Rutherford admet que la substance produite est entièrement nouvelle au point de vue chimique, et il l'appelle le thorium X. Ce thorium X serait produit continuellement par le thorium ordinaire et dégagerait l'émanation. Il admet également l'existence d'un radium X, d'un uranium X, etc. D'ailleurs, tous ces phénomènes sont certainement identiques à ceux observés antérieurement avec l'actinium et le radium.

Le *polonium* est la première matière fortement radio-active découverte dans la pechblende. Les propriétés chimiques de ce corps le rapprochent du bismuth, et les produits actifs s'obtiennent en fractionnant le bismuth retiré de la pechblende. L'activité de certaines matières polonifères préparées par M. et Mme Curie est très grande; elle diminue avec le temps. Cette diminution est très lente; mais, après plusieurs années, l'activité a presque complètement disparu. L'existence d'un élément nouveau dans les matières polonifères n'a pas encore été démontrée; cependant, lorsqu'elles sont très actives, elles présentent des caractères chimiques qui semblent les distinguer du bismuth. M. Markwald a étudié le bismuth radio-actif et pense qu'à côté du polonium il existe un autre élément radio-actif; mais les résultats obtenus à ce sujet sont trop peu nets pour qu'on puisse avoir une opinion précise.

Le rayonnement du polonium a été étudié assez

complètement. Il est tout à fait spécial et ne contient que des rayons α, c'est-à-dire chargés positivement. Ces rayons ont tous, d'après M. Becquerel, sensiblement la même vitesse et forment un faisceau homogène. Le polonium présente ainsi le seul cas bien certain d'un rayonnement unique de ce genre. En effet, les trois espèces de rayons paraissent toujours coexister et résulter d'une même cause. Le rayonnement du polonium est très facilement absorbé, et cette absorption subit la loi particulière aux rayons α. Il ne produit ni émanation ni radio-activité induite.

L'*actinium* a été découvert par M. Debierne dans la pechblende. Il se rapproche, au point de vue chimique, des terres rares et principalement du thorium et du cérium ; mais sa radio-activité se distingue nettement de celle du thorium. Il se trouve dans la pechblende en quantité beaucoup plus faible que le radium, et les traitements chimiques qui sont utilisés pour l'obtenir sont pénibles. Des préparations très actives ont cependant été obtenues, et leur activité était de l'ordre de grandeur de celle des sels de radium purs.

L'actinium n'a pu être caractérisé jusqu'ici comme nouvel élément chimique. La quantité très faible obtenue à l'état concentré n'a pas permis une détermination de poids atomique, et l'examen du spectre, entrepris par M. Eugène Demarçay, a été interrompu par la mort de ce regretté savant. L'étude du spectre présente, d'ailleurs, une difficulté particulière, à cause de la complexité du spectre du thorium qui accompagne la matière active.

L'actinium se distingue nettement des autres substances radio-actives ; son activité reste parfaitement constante après plusieurs années. Le rayonnement est analogue à celui du radium, mais il est moins pénétrant. L'actinium produit très fortement la radio-activité induite et dégage une grande quantité d'émanation.

L'émanation de l'actinium obéit à une loi de décroissance extrêmement rapide ; son intensité diminue de la moitié de sa valeur en quelques secondes.

Les aspects des phénomènes d'activation sont très différents de ceux qu'on a observés avec le radium, par suite de la destruction rapide de l'émanation. C'est ainsi qu'on ne peut obtenir la radio-activité induite qu'à une distance très courte de l'actinium dans l'air à la pression ordinaire. Pour pouvoir obtenir l'activation à grande distance, il faut opérer dans le vide ; alors, la diffusion est beaucoup plus rapide et les centres d'émanation peuvent parcourir un espace plus grand avant d'être détruits. Les différents phénomènes produits par l'émanation du radium ont été également observés avec celle de l'actinium ; l'influence du champ électrique et celle du volume d'émanation sur l'activation d'une surface sont les mêmes qu'avec le radium.

La radio-activité induite provoquée par l'émanation de l'actinium diminue de la moitié de sa valeur en quarante minutes.

C'est avec l'actinium que les phénomènes de radio-activité communiquée par dissolution ont d'abord été observés avec le plus de netteté. Les sels dissous dans une solution d'actinium deviennent très actifs, et du chlorure de baryum ainsi activé avait acquis une forte radio-activité qui diminua très lentement avec le temps ; il possédait les propriétés d'un sel de baryum radifère, le spectre excepté. Les activations en solution sont très marquées avec l'actinium et compliquent les traitements chimiques ayant pour but l'extraction de cet élément.

L'actinium est préparé maintenant à un état très actif, et il se présente comme le corps radio-actif pouvant être, après le radium, étudié le plus facilement. Cette étude pourra être particulièrement intéressante à cause des propriétés de son émanation, si différente de celle du radium.

D'autres substances radio-actives ont été extraites de la pechblende, mais leur individualité au point de vue radio-actif est beaucoup moins bien définie que pour les substances précédentes. Celle qui a fait l'objet du plus grand nombre de travaux est le plomb radio-actif, signalé pour la première fois par MM. Hofmann et Strauss. Il a été étudié également par M. Giesel ; mais aucune conclusion nette ne se dégage de ces travaux, et son existence comme matière radio-active nouvelle reste douteuse. On a constaté, en effet, que du plomb radio-actif peut être facilement obtenu à l'aide de l'actinium par une activation en solution analogue à celle qui a servi à préparer des sels de baryum radio-actifs, et il paraît probable que le plomb radio-actif, dont l'activité va en diminuant, résulte d'une action analogue.

Enfin, M. Markwald a annoncé la présence d'un corps radio-actif accompagnant le polonium, et M. Giesel a signalé dans le groupe des terres rares un autre corps radio-actif, qui paraît absolument identique à l'actinium.

Tous les corps précédemment étudiés, radium, polonium, plomb radio-actif, etc., ont été extraits de la pechblende ; ils se trouvent également, pour la plupart, dans la carnotite, mais en moins grande quantité, et probablement aussi dans les autres minéraux uranifères ou thorifères. Les différentes pechblendes n'ont pas la même richesse en matières radio-actives nouvelles ; ainsi, la pechblende de Cornouailles en contient beaucoup moins que celle de Joachimsthal.

Certains phénomènes de radio-activité ont été

observés en dehors des substances retirées de la pechblende et des autres minéraux uranifères. C'est ainsi que l'air ordinaire contient une quantité très faible d'une émanation produisant la radio-activité induite, et MM. Elster et Geitel ont pu activer notablement des fils métalliques en les exposant à l'air et en les chargeant négativement. Cette activité pouvait être transportée sur une quantité de matière plus petite, en frottant la surface du fil et en recueillant la matière retirée par frottement. Cette matière avait une activité assez grande. Son activité diminue de la moitié de sa valeur en 40 minutes. L'émanation paraît être contenue surtout dans les caves et dans les endroits où l'air est confiné. L'air extrait du sol contient une quantité d'émanation encore plus grande.

Certaines eaux minérales dégagent de l'émanation, tandis que l'eau de mer et l'eau de rivière n'en contiennent pas. L'émanation des sources, d'après MM. J. J. Thomson et Adam, a la même loi de décroissance que l'émanation du radium, et la radio-activité induite provoquée diminue de la moitié de sa valeur en 40 minutes d'après les mêmes auteurs.

Tous ces phénomènes de radio-activité paraissent dus aux différentes matières qui se trouvent dans le sol, et il est possible que tous les corps soient faiblement radio-actifs. Ces phénomènes permettent d'expliquer la faible conductibilité de l'air, qui peut, d'ailleurs, être due aussi en partie à des radiations très pénétrantes d'origine inconnue.

V. — Considérations théoriques.

Les phénomènes de radio-activité se produisant d'une façon constante et continue semblent bien caractériser des éléments chimiques ; ils se présentent d'une manière particulière pour chaque élément radio-actif. La grandeur de l'énergie radio-active dégagée paraît pouvoir être très variée suivant les éléments ; on connaît des éléments radio-actifs, tels que l'uranium et le thorium, dont la radio-activité représente seulement la millionième partie de celle du radium ou de l'actinium, et il résulte d'un grand nombre d'essais faits par différents expérimentateurs, et aussi des propriétés particulières de la radio-activité de ces éléments, que cette faible radio-activité est propre aux éléments uranium et thorium et ne provient pas d'une impureté fortement radio-active.

Cette propriété caractérise bien l'atome ; elle suit celui-ci dans toutes ses combinaisons et n'est détruite par aucune transformation physique ou chimique ; l'uranium préparé au four électrique possède une radio-activité dont la grandeur pouvait être prévue par celle de ses composés. La radio-activité peut donc servir à la recherche des éléments et même à un dosage qui, dans certains cas, peut être très précis. La démonstration complète de l'individualité chimique du radium montre quel parti on peut tirer d'une pareille méthode de recherches, et il est probable que cette démonstration pourra être également faite de la même manière avec l'actinium et le polonium, malgré les difficultés qu'elle comporte.

Cette méthode peut devenir encore plus sûre si l'on utilise les résultats récemment établis. En effet, d'après les travaux récents sur la radio-activité, les phénomènes se présentent pour chaque élément radio-actif d'une manière différente ; pour le thorium, le radium et l'actinium, des nombres précis, les constantes de temps de désactivation, permettent de caractériser parfaitement l'élément radio-actif, plus sûrement et plus facilement que par les réactions chimiques. Celles-ci, en effet, ne peuvent s'appliquer lorsqu'un élément se trouve en très faible proportion ; il se produit alors, dans les réactions chimiques, des phénomènes d'entraînement qui masquent complètement les propriétés du corps cherché. Enfin, la méthode est, dans certains cas, extraordinairement sensible, plus sensible que la méthode spectroscopique dans les cas les plus favorables. On peut ainsi, à l'aide d'un électromètre, déceler le radium dans un produit qui en contient moins d'un cent-millionième, tandis que la réaction spectrale, qui est, d'ailleurs, extrêmement sensible pour le radium, ne permet de reconnaître qu'une proportion d'un cent-millième.

Lorsque les phénomènes de radio-activité auront été étudiés complètement, on aura ainsi une méthode de recherche tout à fait précieuse, qui pourra peut-être s'appliquer aussi aux éléments ordinaires, si ceux-ci sont faiblement radio-actifs.

Les poids atomiques connus des éléments radio-actifs sont très élevés (thorium, 232 ; uranium, 240 ; radium, 225), et ces éléments trouvent tous leur place dans la dernière rangée de la table de Mendeleeff ; il semble donc que la radio-activité se manifeste surtout dans les atomes très lourds : elle peut résulter de la complication de la structure atomique.

Tous les corps radio-actifs se trouvent, en général, réunis dans les mêmes minéraux. On pourrait presque dire que les minéraux radio-actifs contiennent tous de l'uranium. Cela semble résulter de certains essais de M. Lerch ; mais de nouvelles recherches plus profondes sont nécessaires pour que ce fait, qui peut être très important, soit complètement établi. D'ailleurs, si l'on met à part les minéraux de thorium, qui contiennent, en général, peu d'autres substances radio-actives, il est possible que les autres minéraux radio-actifs, carnotite, chalco-

lite, autunite, etc., proviennent d'une transformation de la pechblende. D'autre part, les éléments voisins des corps radio-actifs, tels que le baryum voisin du radium, et le bismuth voisin du polonium, qu'on trouve dans d'autres minéraux, ne possèdent aucune activité, et l'on a pu fractionner 50 kilogrammes de chlorure de baryum ordinaire sans avoir le moindre indice de la présence du radium. Il est donc vraisemblable que la présence simultanée des différents corps radio-actifs dans les minéraux n'est pas due à un hasard. Elle peut résulter : soit d'une origine spéciale de ces minéraux, qui pourraient provenir, par exemple, des parties les plus centrales du noyau terrestre ; soit d'une action particulière subie autrefois par le minéral ; soit enfin d'une action réciproque des éléments radio-actifs, la présence de l'un d'eux provoquant la création des autres, comme il a été démontré que la présence du radium provoque la création de l'hélium ; les essais heureux d'activation en solution du bismuth avec le radium et du baryum sous l'influence de l'actinium permettent d'envisager plutôt cette dernière hypothèse.

A mesure que l'on étudie les phénomènes de radio-activité, on découvre qu'ils donnent lieu à des transformations de matière ou d'énergie de plus en plus nombreuses. Si l'on considère les transformations depuis la forme inconnue de l'énergie primitive qui est la cause de tous ces phénomènes, on distingue l'énergie sous forme d'émanation, puis de rayonnement activant, puis de radio-activité induite, qui elle-même paraît comporter l'existence de deux espèces de matière ou d'énergie, puis sous forme de rayons α, β, γ, puis sous la forme électrique de l'ionisation gazeuse, enfin sous forme d'énergie lumineuse et calorifique.

Les mécanismes de ces différentes transformations sont encore presque inconnus. Cependant, un caractère très net a été précisé dans certains cas. Chaque fois qu'une espèce de matière ou d'énergie se transforme dans une autre, la quantité qui se transforme en un temps donné est proportionnelle à celle qui existe encore. Il en résulte des lois régulières exponentielles de décroissance, qui sont caractérisées par des constantes de temps. Ces constantes, pour chaque forme d'énergie ou de matière, pour l'émanation par exemple, sont différentes suivant la nature du corps radio-actif qui a produit l'énergie initiale. Si l'on examine les trois corps radio-actifs qui produisent de l'émanation : le thorium, le radium et l'actinium, on constate que chaque corps produit une émanation particulière, et les différentes émanations produisent des radio-activités induites différentes. Ainsi le radium donne une émanation dont l'énergie diminue de la moitié de sa valeur en quatre jours, et cette émanation donne la radio-activité induite, dont la loi limite de décroissance est définie par une diminution de moitié en vingt-huit minutes ; le thorium produit une émanation dont la diminution est de moitié en 1 minute 10 secondes, et cette émanation donne une radio-activité induite qui diminue de moitié en onze heures ; enfin, l'actinium donne une émanation qui diminue de moitié en quelques secondes, et la radio-activité induite qui en résulte diminue de moitié en quarante minutes. D'ailleurs, nous avons indiqué précédemment que, d'après une théorie non encore développée, la radio-activité induite comporte le passage par deux espèces de matière ou d'énergie, et la transformation de ces matières donne de nouvelles constantes de temps ; une transformation intermédiaire paraît également accompagner le dégagement de l'émanation par l'actinium. Et, lorsque ces différentes transformations seront complètement étudiées, on aura, pour chaque corps radio-actif ou au moins pour chaque émanation, une série de constantes de temps qui caractériseront l'élément ou l'émanation, comme les périodes des raies spectrales (qui sont également des constantes de temps) caractérisent les éléments chimiques ordinaires ; ces différentes transformations seront probablement élucidées assez rapidement dans le cas du radium, de l'actinium et du thorium. On peut également faire remarquer, à propos du polonium et de l'uranium qui ne produisent pas de radio-activité induite dans les conditions employées jusqu'ici, que cela peut provenir d'une très courte durée de l'émanation. Si celle-ci a une loi de décroissance seulement 100 fois plus rapide que celle de l'émanation de l'actinium, qui elle-même est 100.000 fois plus rapide que celle de l'émanation du radium, la transformation se fera entièrement sur place, et l'on ne pourra pas obtenir de radio-activité induite sensible sur les corps environnants.

Les phénomènes de radio-activité provoqués par le radium mettent en jeu de grandes quantités d'énergie, et l'on peut espérer établir dans un laps de temps assez rapproché le processus des transformations de cette énergie ; mais la cause initiale de ces phénomènes restera probablement encore longtemps mystérieuse, malgré la découverte de MM. Ramsay et Soddy. Cette question a été soulevée dès le début des recherches sur les corps radio-actifs, et les deux hypothèses qui ont été proposées à ce moment restent encore aujourd'hui celles qui sont envisagées le plus sérieusement.

D'après la première hypothèse, l'énergie qui se dissipe à partir du radium a pour origine un rayonnement de nature inconnue qui traverse l'espace, est absorbé par le radium et transformé par lui en énergie radio-active. Le phénomène

serait comparable à l'action de la lumière ultraviolette sur le verre d'urane, où il y a transformation de rayons invisibles en rayons visibles. Le rayonnement excitateur hypothétique qui agirait sur le radium devrait être extrêmement pénétrant. Il résulte, en effet, d'expériences anciennes d'Elster et Geitel sur l'uranium, que la radio-activité ne varie pas d'intensité lorsque le corps radio-actif est placé au fond d'une mine; de plus, les écrans très épais n'ont aucune influence sur l'intensité du rayonnement Becquerel, et la radio-activité a la même intensité le jour et la nuit. Cette constance dans l'émission de rayons Becquerel pourrait cependant s'expliquer en supposant un emmagasinement de l'énergie du rayonnement excitateur dans le radium, ce qui correspondrait à une durée de phosphorescence très grande. La production de l'hélium peut alors être considérée comme résultant de l'action d'une des formes spéciales d'énergie dégagées par le radium, soit sur lui-même, soit sur les corps environnants.

L'existence d'un rayonnement inconnu traversant tout l'espace est la base de cette hypothèse; et, comme l'énergie du radium, qui résulterait de l'absorption de ce rayonnement, est très grande, il faudrait en conclure que chaque portion de l'espace est le siège d'une énorme quantité d'énergie disponible, sous la forme du rayonnement hypothétique. Jusqu'à présent l'hypothèse d'un rayonnement excitateur n'est appuyée directement par aucun fait, mais elle n'est pas contredite absolument par les faits connus et elle reste toujours possible.

L'autre hypothèse, qui semble pour l'instant plus en faveur, consiste à admettre que l'énergie dégagée est due à des transformations atomiques, et la conception la plus simple que l'on puisse faire dans cet ordre d'idées, c'est de supposer que le radium est un élément instable en voie de transformation, l'énergie dégagée étant le résultat de la transmutation du radium en éléments inconnus. La découverte de MM. Ramsay et Soddy est venue apporter un appui considérable à cette hypothèse.

La possibilité d'une variation des atomes chimiques est une idée qui est acceptée maintenant par beaucoup de savants, surtout parmi les physiciens, qui ont été amenés à considérer dans les ions gazeux et dans les rayons cathodiques des fractions très petites de l'atome. Il est bien certain également que les classifications des éléments suivant une loi périodique en fonction du poids atomique, comme la table de Mendeleeff, suggèrent, malgré leurs imperfections, l'hypothèse d'une communauté d'origine des éléments chimiques et la possibilité d'une transformation réciproque.

Certains travaux sur la spectroscopie aboutissent à la même conclusion. Je rappellerai seulement que M. Lockyer, à qui l'on doit la découverte de l'hélium dans le Soleil, a montré que les spectres très compliqués de certains métaux usuels, comme le fer, peuvent se modifier entièrement et devenir beaucoup plus simples en employant une source électrique de très grande énergie; il a montré également que les spectres simplifiés ainsi obtenus coïncident avec les spectres de la lumière de certains astres, et il pense que ces spectres nouveaux appartiennent à des éléments nouveaux résultant d'une désagrégation des autres éléments. Ainsi, dans plusieurs voies très différentes, une transmutation est invoquée pour expliquer les phénomènes.

Cependant, depuis plus d'un siècle que l'on étudie les transformations de la matière d'une manière scientifique et parmi les milliers d'expériences de transformation d'ordre chimique qui ont été effectuées, aucun fait n'est venu appuyer directement cette manière de voir, et cela peut sembler à beaucoup une raison suffisante pour rendre tout à fait improbable la possibilité d'une transmutation. La conclusion logique est cependant différente. L'absence complète de transformations atomiques dans les réactions chimiques ordinaires doit être envisagée seulement comme une preuve que les agents physiques et chimiques employés jusqu'ici sont impuissants pour opérer une transformation aussi profonde. Il est probable également, étant donnée la stabilité si grande des atomes, qu'une pareille transformation se révèlera par des phénomènes tout à fait différents de ceux observés dans les réactions chimiques et qu'elle mettra en jeu une très grande quantité d'énergie.

Aussi, lorsque des corps présentent des phénomènes aussi nouveaux que le dégagement spontané et continu d'énergie, l'émission de rayons de Becquerel, le dégagement de l'émanation, il est raisonnable d'envisager l'hypothèse d'une transformation atomique, et, depuis la découverte de MM. Ramsay et Soddy, cette hypothèse apparaît presque comme nécessaire.

La transformation atomique qui a été envisagée jusqu'ici est celle du radium lui-même; l'énergie qu'il dégage et l'hélium qu'il produit sont le résultat de cette transformation. C'est là une manière très simple d'utiliser l'hypothèse d'une transmutation. Elle s'accorde cependant assez difficilement avec certains faits. On a constaté, en effet, que, pendant un intervalle de temps assez grand, six mois environ, aucun changement ne se produit dans le spectre du radium pur; de plus, la variation de la masse d'un sel de radium a été cherchée par un très grand nombre d'expérimentateurs, et aucune conclusion certaine n'a été obtenue; les très faibles

variations observées sont de l'ordre des erreurs d'expériences ou peuvent être interprétées autrement. Or, pendant un intervalle de temps aussi long, la quantité d'énergie dégagée par une molécule-gramme de radium est d'environ 10 millions de calories; la masse de l'hélium obtenue au bout de ce temps, si elle ne peut être encore calculée, doit être assez considérable, puisque la production de l'hélium a été constatée avec une quantité très faible de radium et après un temps très court; or, il serait absolument extraordinaire que le dégagement d'une telle quantité d'énergie et la formation d'une assez grande quantité d'hélium fussent le résultat de la transformation d'une masse infinitésimale de radium. Cependant, comme nous ne pouvons comparer cette transformation à aucune autre, cette interprétation, qui est d'ailleurs la plus simple, doit être envisagée sérieusement.

D'autres explications peuvent être proposées. Le radium peut être seulement un intermédiaire dans tous ces phénomènes. Il peut, par exemple, être considéré comme un élément catalysateur provoquant la transformation d'éléments communs, comme la mousse de platine provoque la combinaison de l'hydrogène et de l'oxygène ou celle du gaz sulfureux et de l'oxygène. Une quantité minime du radium pourrait donc provoquer le dégagement d'une énorme quantité d'énergie sans qu'on pût observer une variation sensible dans le radium. Les éléments transformés par le radium peuvent être soit ceux qui sont combinés avec lui, soit les éléments gazeux qui reçoivent son action. A ce sujet, on doit signaler quelques faits qui peuvent fournir des indications. Lorsqu'on fait le vide sec aussi complet que possible sur un sel de radium, celui-ci ne dégage plus l'émanation que très difficilement, et l'on peut se demander si, dans le vide sec tout à fait rigoureux, le radium produirait encore de l'émanation et, par conséquent, de l'hélium. D'ailleurs, l'énergie radio-active du radium ne paraît pas avoir diminué pendant ce temps, et, si l'on introduit un gaz, il y a production immédiate d'une très grande quantité d'émanation. Il n'en reste pas moins le fait que, dans le vide, l'activation est beaucoup plus difficile qu'en présence des gaz ou de l'humidité, et il est possible que le radium provoque la transformation des éléments de l'air ou des éléments de l'eau, avec production d'hélium.

On peut enfin combiner l'hypothèse d'un rayonnement excitateur avec celle d'une transformation atomique subie ou provoquée par le radium. On peut, par exemple, imaginer que l'énergie du rayonnement inconnu reçu par le radium est emmagasinée par celui-ci comme dans une phosphorescence, et que le radium utilise cette énergie pour se transformer ou pour provoquer la transmutation des éléments voisins.

Dans ce dernier cas, l'influence du vide peut s'expliquer complètement. L'émanation étant constituée par un élément gazeux en voie de transformation, cette émanation ne peut se produire en l'absence de gaz; mais le radium, même placé dans le vide, emmagasine toujours l'énergie venant de l'extérieur, et, lorsqu'on introduit des gaz, toute cette énergie emmagasinée permet la production d'une grande quantité d'émanation.

Les phénomènes radio-actifs se présentent alors comme ceux de la fonction chlorophyllienne des végétaux, où ceux-ci absorbent l'énergie du rayonnement solaire et utilisent cette énergie pour séparer l'oxygène du carbone dans le gaz carbonique. Cette séparation permet ensuite une combinaison qui dégage une grande quantité d'énergie. Ces phénomènes constituent, comme l'on sait, le procédé le plus important d'utilisation de l'énergie solaire.

Les centres d'émanation étant considérés, dans les hypothèses précédentes, comme des atomes en voie de transformation, on peut imaginer que le rayonnement activant émis par ces centres est une projection de fragments de l'atome à un état spécial; et ceux-ci, en rencontrant les corps solides et en réagissant sur eux, subiraient une désagrégation plus profonde et produiraient des particules électrisées, des rayons de Becquerel. Ces différentes désagrégations obéiraient aux lois expérimentales observées avec l'émanation et la radio-activité induite. On aurait ainsi une transformation partielle de la matière en énergie, et l'hélium serait envisagé comme un noyau central de l'atome, non détruit dans ces phénomènes.

Toutes ces hypothèses sont évidemment trop précises : elles ne reposent pas sur une base bien solide; on ne doit donc pas chercher, pour le moment, à les développer outre mesure, et de nouveaux faits viendront certainement les modifier profondément; on ne peut pas encore faire entre elles un choix bien judicieux; mais elles sont très intéressantes à signaler, parce qu'elles sont suggérées directement par les faits, et que c'est probablement la première fois qu'on peut logiquement en émettre de semblables.

Je terminerai cette étude en attirant l'attention sur une préoccupation de tous ceux qui s'intéressent à l'étude théorique du radium et à ses applications. On a préparé jusqu'ici seulement environ 2 grammes de bromure de radium pur et une certaine quantité à l'état moins concentré. Mais ce radium a été obtenu presque uniquement au moyen de résidus de traitement de la pechblende, et il devient aujourd'hui presque impossible de

se procurer de ces résidus. Aussi, les études sur le radium se développant de plus en plus, il est déjà *très difficile* aux savants de se procurer du précieux élément; et, si les résultats thérapeutiques se confirment pour le lupus et le cancer, les besoins de radium deviendront tels qu'il sera absolument impossible de les satisfaire avec les sources actuelles de radium, qui s'épuisent de plus en plus.

Il est donc tout à fait indispensable d'organiser une chasse méthodique et scientifique aux minéraux radio-actifs. Il faut également que, dans les usines qui s'occupent du traitement de minerais d'urane, les résidus soient examinés au point de vue radio-actif.

En ce qui concerne la recherche des minéraux radio-actifs, la découverte de la production de l'hélium peut être un indice très précieux, et, par exemple, il serait intéressant de rechercher la cause de la présence de l'hélium dans certaines eaux minérales.

André Debierne,
Professeur à l'École Alsacienne.

LE GAZ A L'EAU ET SES PRINCIPALES APPLICATIONS

Avant de passer en revue les nombreuses applications auxquelles se prête avantageusement le *gaz à l'eau* depuis que sa fabrication est devenue non seulement pratique, mais économique, il n'est pas inutile de comparer entre eux les différents gaz que l'on peut employer pour l'éclairage ou pour le chauffage.

I. — Comparaison avec les autres combustibles gazeux.

Tous ces gaz, sauf le gaz oxhydrique, contiennent au nombre de leurs éléments combustibles une combinaison du carbone soit avec l'oxygène, soit avec l'hydrogène. Ils peuvent être fabriqués de différentes façons : les uns, composés surtout d'hydrocarbures, proviennent de la distillation des matières carburées, houilles, lignites, bois, tourbes, huiles, etc.; les autres résultent de la combustion incomplète de ces matières, et leur principal élément combustible est, par conséquent, l'oxyde de carbone ; d'autres, enfin, sont obtenus par la décomposition de certains oxydes, tels que la vapeur d'eau, l'eau, l'acide carbonique, etc.; ils sont alors constitués par de l'oxyde de carbone plus ou moins mélangé d'hydrogène libre, sauf le cas où il y a production d'acétylène. Il convient d'ajouter que la distillation, la combustion incomplète et la décomposition peuvent entrer simultanément en jeu, et alors les gaz produits comportent un mélange varié des différents éléments précédemment indiqués.

Le pouvoir calorifique de tous ces gaz dépend de la nature et de la proportion relative des éléments qui les composent; il est d'autant plus élevé à poids égal que la proportion des hydrocarbures ou de l'hydrogène est plus forte, et que celle des gaz inertes est moindre.

Comme gaz de distillation, nous rappellerons, entre beaucoup d'autres, le gaz de houille, dont la composition, très complexe, varie dans de larges limites suivant les diverses qualités de charbon employé, la température des cornues et l'allure des fours. La proportion d'hydrogène en volume est, en moyenne, de 48 %, et celle de méthane (CH^4) de 35 %. Généralement, la teneur en oxyde de carbone se tient aux environs de 7,5 %. Le gaz de houille ne contient guère que de 2 à 4 % d'acide carbonique et d'azote, qui jouent un rôle inerte dans la combustion. Aussi le pouvoir calorifique supérieur[1] du gaz de houille est relativement élevé : 5.500 calories environ.

Parmi les gaz provenant de combustions incomplètes, nous citerons le *gaz Siemens*, appelé aussi *gaz de gazogène* ou *gaz à air*, et que les Anglais désignent sous le nom de *producer gas*. Dans ce gaz reste en proportion assez forte l'azote de l'air insufflé, dont l'oxygène a servi à la combustion partielle du carbone solide; aussi son pouvoir calorifique n'est que de 800 à 1.000 calories. Mais si, en même temps que l'air, on fait arriver de la vapeur sous la grille, une certaine quantité de cette vapeur est décomposée et fournit 10 à 20 % d'hydrogène qui se mélange à l'oxyde de carbone du gaz. On obtient alors un gaz que l'on désigne indifféremment sous les noms de *gaz mixte*, *gaz Lencauchez*, *gaz Dowson*, *gaz Mond*, etc., et que les Anglais appellent *half producer gas*, *mixed gas*

[1] Nous entendons par pouvoir calorifique supérieur le nombre de calories-kilogrammes fournis par la combustion complète et totale d'un mètre cube de gaz pris à la température 0 et à la pression 760, les produits de la combustion étant ramenés à 0° et à 760. Cela suppose donc que la vapeur d'eau est condensée. Si l'on ne ramène les produits de la combustion qu'à 100°, c'est-à-dire si l'on admet que l'eau résultant de la combustion reste à l'état de vapeur, on obtient le pouvoir calorifique inférieur. La différence entre les deux pouvoirs varie avec la composition du gaz : elle est d'autant plus accentuée que le gaz renferme plus d'hydrogène et de carbures d'hydrogène.

ou *power gas*. Malgré l'adjonction inévitable des matières inertes contenues dans l'air qui sert à la combustion partielle et l'augmentation de la teneur en acide carbonique résultant de l'allure plus froide du gazogène, la présence d'une certaine proportion d'hydrogène relève le pouvoir calorifique du gaz mixte par rapport à celui du gaz Siemens de façon à l'amener à 1.300 ou 1.400 calories.

En réalité, pour cette fabrication, on fait déjà intervenir dans une certaine proportion le procédé de décomposition, puisqu'il y a dissociation de vapeur d'eau au contact du charbon incandescent; mais, comme la quantité de vapeur d'eau envoyée sous la grille n'est jamais suffisante pour éteindre le feu, il est possible de produire ce gaz mixte d'une façon continue.

Il n'en est plus de même lorsque la proportion de vapeur d'eau est plus considérable, et alors la fabrication devient intermittente. Après avoir porté le combustible au rouge, on fait passer au travers de la masse incandescente le courant de vapeur d'eau, qui se décompose en produisant un mélange d'oxyde de carbone et d'hydrogène jusqu'au moment où cette masse n'est plus à une température assez élevée pour produire la dissociation. Alors, il faut reprendre le soufflage d'air. Dans ces conditions, puisque le soufflage d'air est interrompu pendant la décomposition de la vapeur d'eau, le gaz produit ne contient plus d'éléments inertes ou, du moins, la proportion de ces derniers est relativement très faible ; il en résulte donc une augmentation très réelle pour le pouvoir calorifique, qui est de 2.700 calories. Le gaz ainsi obtenu est désigné sous le nom de *gaz à l'eau* ou *water gas*.

On voit que la fabrication du gaz à l'eau rentre dans le groupe des gaz combustibles obtenus par décomposition. Comme autre exemple de gaz produit par décomposition, nous citerons en passant l'acétylène, qui, aujourd'hui, s'obtient très facilement par la réaction de l'eau au contact du carbure de calcium. Il a pour formule C^2H^2, ne contient que très peu de gaz inertes, et a un pouvoir calorifique qui dépasse 10.400 calories.

Ce rapide examen des différents gaz et des moyens de les obtenir permet de particulariser le gaz à l'eau au point de vue du pouvoir calorifique et de la composition. Comme le gaz de houille et l'acétylène, le gaz à l'eau a le grand avantage de ne pas contenir d'éléments inertes venant au moment de la combustion absorber une partie des calories; aussi, avec le gaz à l'eau, en marchant à l'air froid, c'est-à-dire sans réchauffage préalable, peut-on obtenir des températures qui ne seraient atteintes que difficilement avec des gaz pauvres ou mixtes, même en chauffant l'air comburant. Comme, d'autre part, le volume d'air nécessaire pour brûler l'unité de volume de gaz à l'eau est bien inférieur à ceux qu'exigent le gaz de houille et, *a fortiori*, l'acétylène, les températures de combustion de ces trois catégories de gaz sont loin d'être proportionnelles à leurs pouvoirs calorifiques, et nous verrons que le gaz à l'eau, malgré son moindre pouvoir calorifique, a une température de combustion remarquablement élevée, qui dépasse celle du gaz de houille et se rapproche de celle de l'acétylène. Aussi, lorsqu'il s'agit d'obtenir de hautes températures, sans exagération, le gaz à l'eau est tout désigné pour arriver au but dans les conditions les plus pratiques et les plus économiques.

II. — Fabrication du gaz a l'eau.

Le gaz à l'eau, composé presque exclusivement d'hydrogène et d'oxyde de carbone[1], est obtenu par la décomposition de la vapeur d'eau au contact du carbone incandescent. Cette décomposition ne pouvant naturellement pas se continuer indéfiniment, il est nécessaire de l'interrompre à temps pour insuffler de l'air et porter à nouveau le carbone à l'incandescence. Tous les procédés de fabrication de gaz à l'eau, quels qu'ils soient, sont donc à marche intermittente et comprennent une période transitoire de soufflage et une période de décomposition de vapeur, la seule produisant du gaz à l'eau et, par conséquent, ayant un caractère utile.

Le soufflage pour le chauffage du charbon peut se faire de deux façons bien différentes : ou bien l'incandescence du combustible est obtenue par une insufflation d'air limitée, auquel cas on produit du gaz de gazogène (producer gas), qui est utilisé pour la surchauffe de la vapeur ou pour la distillation des huiles de carburation en vue de rendre le gaz éclairant (procédés Lowe, Loomis, Humphreys et Glasgow, Strache); ou bien le soufflage d'air est fait dans des proportions qui permettent la combustion complète du combustible, de sorte que les gaz qui s'échappent ne contiennent plus qu'une proportion très minime d'oxyde de carbone (procédé Dellwik-Fleischer, fig. 1 et 2).

Il y a évidemment tout intérêt à réduire autant que possible la période transitoire de soufflage et à opérer de façon à obtenir pendant ce temps une combustion complète, au lieu de s'attacher à produire un gaz utilisable seulement pour des chauffages accessoires. Il en résulte, en effet, un double

[1] Le gaz à l'eau théorique est constitué par un mélange à volumes égaux de CO et d'H. : $H^2O + C = H^2 + CO$. Sa composition en poids est de $H = 6{,}67$ %, $CO = 93{,}33$ %.
Un mètre cube de gaz théorique exige, pour sa combustion, 2 m. c. 383 d'air.

avantage : 1° une plus courte durée du soufflage; 2° une incandescence plus parfaite du combustible, et, par suite, une plus longue durée de la période de décomposition de vapeur et de production de gaz à l'eau[1].

Le gaz à l'eau contient en volume plus de 90 °/₀ d'éléments combustibles. Son pouvoir calorifique moyen inférieur est de 2.550 calories. Sa très haute température de combustion (avec de l'air froid, 1.800° environ) et sa pureté le distinguent, comme nous l'avons vu, de tous les autres gaz connus, tels que ceux de Siemens, de Dowson, de Mond, etc., qui contiennent forcément une grande proportion (60 °/₀ environ) de gaz inertes et incombustibles, limitant considérablement leur emploi.

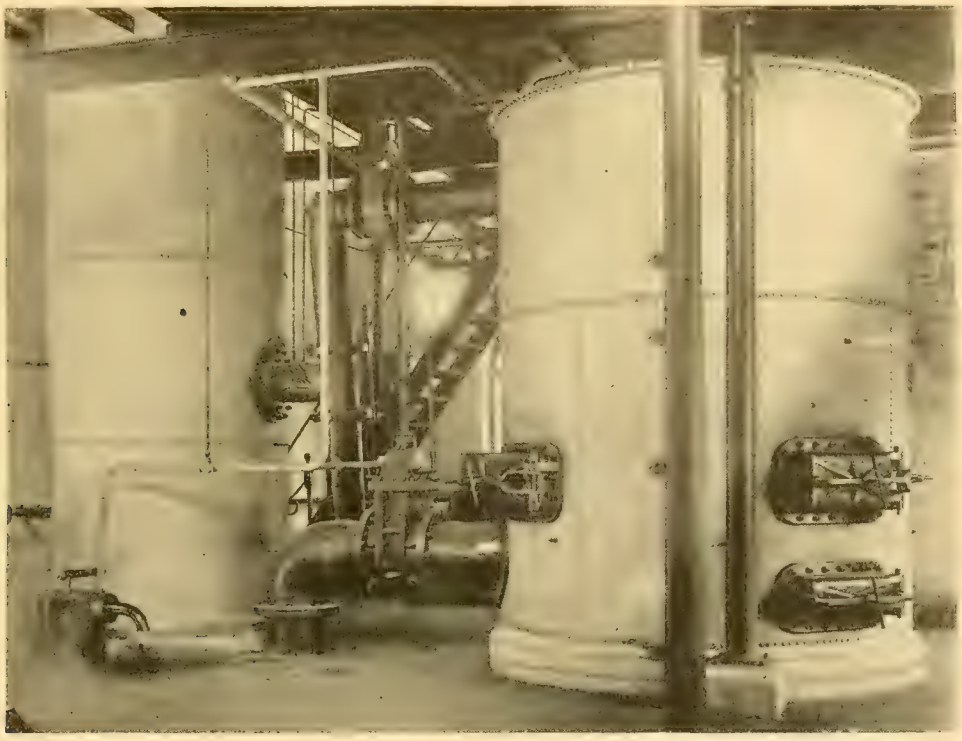


Fig. 1. — *Gazogène et scrubber d'une installation Dellwik-Fleischer.* — Les 2 portes que l'on voit à gauche donnent accès au-dessus et au-dessous de la grille pour le piquage du feu et le décrassage. Le gaz produit dans le gazogène traverse de bas en haut le scrubber où il est refroidi et débarrassé de ses poussières.

III. — Applications a l'éclairage.

Contrairement au gaz de houille et à l'acétylène, le gaz à l'eau n'est pas éclairant par lui-même; mais néanmoins les procédés modernes permettent d'en tirer un excellent parti pour les besoins de l'éclairage, étant donné son faible prix de revient[2], et de l'employer soit à l'état pur, soit à l'état de mélange avec le gaz de houille.

A l'état pur, le gaz à l'eau, auquel on donne une odeur très forte et facilement perceptible[1], est brûlé dans des becs Auer. Ceux-ci sont de construction plus simple, puisqu'ils ne nécessitent pas de Bunsen. Quant aux manchons à incandescence, leur éclat est plus vif qu'avec le gaz ordinaire à égalité de volume consommé, en raison de la température de combustion plus élevée du gaz à l'eau.

Le gaz à l'eau mélangé au gaz de houille abaisse évidemment le pouvoir éclairant du mélange d'une proportion égale à celle où il y entre. Quant au pouvoir calorifique du gaz résultant, il se trouve également réduit, puisqu'en principe le pouvoir calorifique du gaz à l'eau est à peu près moitié de celui du gaz de houille. Il faut donc, dans ce cas, restituer au mélange son pouvoir éclairant, et, en même temps, son pouvoir calorifique au moyen d'une addition artificielle de benzol.

Cette méthode de recarburation, appliquée au mélange de gaz de houille et de gaz à l'eau,

[1] Avec le procédé Dellwik-Fleischer, la période de soufflage d'air dure deux minutes et celle d'injection de vapeur de huit à dix minutes, tandis qu'avec les autres procédés le soufflage dure deux fois plus que l'injection de vapeur.

[2] Avec le procédé Dellwik, par exemple, on obtient couramment 2,2 mc. de gaz par kilog de coke, soit une dépense de 0 kil. 455 de coke par mètre cube de gaz fabriqué. Si on tient compte des pertes dues aux fuites (10 °/₀), on peut compter sur une dépense de un demi-kilog de coke par mètre cube de gaz consommé.

[1] Au moyen d'une dissolution à 10 °/₀ de mercaptan dans l'alcool.

entraîne une consommation absolue de benzol variant naturellement avec les proportions des deux composants, mais relativement toujours assez importante, puisqu'elle est comprise entre 60 et 80 grammes par mètre cube de gaz à l'eau rentrant dans le mélange. Dans les pays comme la France, il n'y a pas à cela gros inconvénient, les prix du benzol étant très abordables. Mais, en Espagne ou en Italie, l'élévation des droits d'entrée sur cette matière en rend l'emploi plus difficile.

En choisissant convenablement le point de la fabrication du gaz de houille où l'on fait arriver le courant de gaz à l'eau fourni par le gazomètre compensateur, par exemple en envoyant le gaz à l'eau dans le barillet des cornues, on arrive à réduire légèrement le chiffre de consommation de benzol indiqué plus haut. Dans ces conditions, en effet, le gaz à l'eau barbottant au travers du goudron retient une partie du benzol qu'il rencontre, et c'est autant de benzol en moins qu'on a à ajouter au mélange pour le ramener au titre voulu. C'est donc là un premier pas fait dans la voie de l'économie du benzol, mais on peut encore aller beaucoup plus loin.

Depuis quelques mois, dans la plupart des usines à gaz de houille qui sont munies d'appareils producteurs de gaz à l'eau, au lieu d'effectuer le mélange seulement dans les barillets, on applique l'idée très ingénieuse d'introduire le gaz à l'eau dans les cornues mêmes de distillation, et il en résulte de tels avantages que cette méthode nouvelle, dite d'autocarburation, a beaucoup de chance de se propager très rapidement et même de provoquer, chez les directeurs d'usines à gaz qui n'emploient pas encore le gaz à l'eau, le désir de disposer des moyens de le produire.

En effet, on sait que, pendant les premières heures de la distillation, la chaleur se transmet au cœur de la charge de houille par conductibilité seulement, et que la zone centrale, portée à une plus basse température que les parties de charbon reposant directement sur les parois, laisse se dégager des hydrocarbures lourds dans l'espace vide de la cornue. Ces hydrocarbures, au contact de la paroi supérieure incandescente, se décomposent en formant des hydrocarbures plus légers et en laissant se déposer du graphite qui constitue une couche intérieure tout à fait adhérente et mauvaise conductrice ; des dépôts se forment en quantité d'autant plus grande que la pression des gaz à l'intérieur de la cornue est plus faible, et c'est déjà en vue de provoquer un dégagement plus rapide des produits de la distillation que les extracteurs trouvent leur raison d'être.

Si l'on dispose du gaz à l'eau, on peut introduire ce gaz dans chaque cornue pendant toute la période où la dissociation des hydrocarbures a une ten-

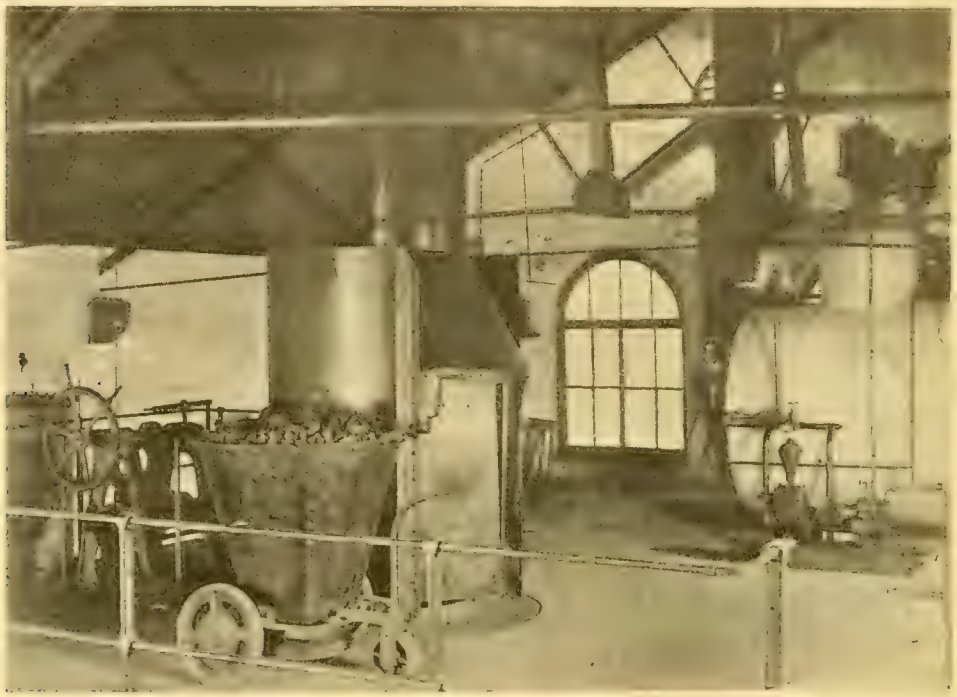


Fig. 2. — *Vue de la plate-forme de chargement dans une installation Dellwik-Fleischer.* — A gauche, se trouve le volant qui permet d'effectuer les changements de période dans la fabrication. Lorsqu'il s'agit d'alimenter de coke le gazogène, le wagonnet est amené au-dessus du clapet de chargement et le coke qu'il contient descend par suite de l'ouverture du fond.

dance à se faire; il en résulte immédiatement deux avantages très importants : 1° suppression presque absolue du dépôt de graphite et, par suite, augmentation du rendement en gaz de houille; 2° carburation automatique du gaz à l'eau, qui se charge de ces hydrocarbures lourds et les emporte au dehors de la cornue avant qu'ils aient eu le temps de se décomposer.

D'après les chiffres obtenus dans l'une des principales usines allemandes où se pratique l'autocarburation du gaz à l'eau, on peut admettre que le pouvoir éclairant du mélange de gaz, au lieu d'être naturellement réduit dans la même proportion que celle avec laquelle le gaz à l'eau entre dans le mélange, ne se trouve plus diminué que de 44 °/₀ de cette proportion. En d'autres termes, l'autocarburation fournit un gain de 56 °/₀ sur le procédé d'enrichissement ancien qui ne reposait que sur l'addition de benzol; de sorte que la quantité de benzol qu'il reste à consommer pour obtenir un pouvoir éclairant identique à celui du gaz de houille pur ne correspond plus qu'à 44 °/₀ de celle qui était nécessaire autrefois. Grâce au procédé d'autocarburation, l'enrichissement du pouvoir calorifique se fait dans les mêmes proportions, et la perte en calories n'est plus que de 60 °/₀ de la perte qui résultait autrefois du mélange de gaz à l'eau avec le gaz de houille. C'est là un dernier point intéressant à signaler, au point de vue de l'utilisation du gaz de mélange pour les besoins du chauffage et de la force motrice.

Une des principales objections qui aient été faites contre l'emploi du gaz à l'eau à l'état de mélange avec le gaz de houille se rapporte à l'augmentation de l'oxyde de carbone dans la composition du gaz émis. Les adversaires du gaz à l'eau font valoir que CO est un poison redoutable, qui, absorbé d'une façon continue à faible dose, forme avec l'hémoglobine du sang un composé stable, provoquant à la longue l'anémie et des troubles dangereux. Ils en déduisent que l'émission d'un gaz qui contient presque 50 °/₀ de CO est contraire à l'hygiène et peut, dans les grandes villes, constituer un danger sérieux.

La conclusion est un peu rapide : Avant de condamner un procédé qui présente tant d'avantages pour l'industrie du gaz et pour le public, puisque c'est à sa mise en pratique que l'on devra l'abaissement du prix du gaz universellement réclamé, il convient de se rendre compte de l'importance des inconvénients d'une proportion un peu plus forte d'oxyde de carbone dans la composition du gaz émis, tant au point de vue des pertes générales et légères de la canalisation dans les rues que lorsqu'il s'agit de grosses fuites dans les maisons.

On sait que, dans le sang des animaux de Paris, on retrouve de l'oxyde de carbone, tandis que dans celui des animaux de la campagne il n'y en a pas trace. Mais le gaz d'éclairage est-il seul responsable, et les poêles mobiles, calorifères, appareils de chauffage à air chaud, cheminées d'usines, etc... ne constituent-ils pas les principales sources de cet oxyde de carbone? A Paris, sur une production annuelle de 22 millions de mètres cubes de gaz d'éclairage, on peut admettre 10 °/₀ de perte, soit 2,2 millions de mètres cubes de gaz perdus, qui, à 8 °/₀ de CO, fournissent par an 176.000 mètres cubes ou par jour 483 mètres cubes d'oxyde de carbone qui se répand dans l'atmosphère. C'est insignifiant, à côté des gaz qui s'échappent de tous les foyers industriels.

Calculons la teneur en CO d'un mélange composé de 80 °/₀ de gaz de houille et de 20 °/₀ de gaz à l'eau. On aura :

800 litres de gaz	à 8 °/₀ de CO	donnant	64 litres de CO
200 —	à 43 °/₀ —	—	86 —
1000 litres de gaz de mélange		—	150 litres de CO

Le mètre cube de mélange renfermerait donc 15 °/₀, soit 3 unités de plus que certains gaz de houille, et ce faible accroissement serait pour ainsi dire insensible, lors des fuites de la canalisation. Ces fuites sont décelées, d'ailleurs, par une odeur très caractéristique qui, pour le gaz à l'eau carburé, est plus accentuée que pour le gaz de houille.

Supposons maintenant que, par un accident quelconque, le gaz d'éclairage s'écoule dans l'air d'un appartement sans être brûlé; il y a alors deux dangers à craindre, l'explosion et l'empoisonnement. Ces dangers sont communs au gaz de houille et au gaz mixte, c'est-à-dire au gaz composé d'un mélange de gaz de houille et de gaz à l'eau. Il convient, à cet effet, de rappeler que le gaz à l'eau est moins explosif que le gaz de houille et que, pour avoir un mélange explosif avec l'air, 6 à 7 °/₀ de gaz de houille suffisent, tandis que, pour le gaz à l'eau, il en faut une quantité double : 12 à 13 °/₀. D'autre part, quand on compare l'action toxique des différents gaz, on perd trop souvent de vue que, dans le gaz de houille, l'oxyde de carbone n'est pas le seul élément vénéneux, mais que le gaz des marais et les hydrocarbures denses, comme l'éthylène, le propylène, l'acétylène, sont également nuisibles à la santé. Or, aucun de ces autres gaz n'entre dans la composition du gaz à l'eau. Il résulte de ce qui précède que, dans les cas de grosses fuites, le gaz mixte se comportera, à peu de chose près, comme le gaz de houille. Il sera moins explosif, mais asphyxiera dans les mêmes conditions.

Quoi qu'il en soit, étant donnée l'extrême rareté des accidents qui sont actuellement causés par le

gaz de houille, la question n'a pas l'importance qu'on lui prête. L'aggravation de dangers[1] dont les manifestations sont si peu fréquentes ne paraît pas suffisante pour justifier la proscription absolue de l'emploi du gaz à l'eau et pour priver le public et l'industrie gazière des facilités nombreuses que ce gaz procure et qui ont provoqué, depuis quelques années, un développement rapide de ses applications en Amérique, en Angleterre et en Allemagne. D'ailleurs, la pratique déjà longue du gaz à l'eau n'a pas fait apparaître de réels inconvénients. En Angleterre, les Comités d'Hygiène, si sévères dans l'application des règles intéressant la santé, n'ont pas hésité en 1898, après enquête très minutieuse et consultation d'une Commission de chimistes et d'hygiénistes, à admettre une limite maxima de 20 °/₀ de CO dans le gaz distribué[2].

Les antagonistes du gaz à l'eau qui plaident au nom de l'hygiène ne parlent jamais des produits de la combustion, et cependant c'est à ce point de vue que la comparaison du gaz à l'eau au gaz de houille nous touche de plus près en temps ordinaire, c'est-à-dire lorsqu'il n'y a ni fuite, ni robinet ouvert, puisque ce sont les produits de la combustion qui se mêlent à l'air que nous respirons et qui entrent dans nos poumons. Ces produits sont de même nature dans les deux cas : acide carbonique, vapeur d'eau, acide sulfurique, acide sulfureux; mais, avec le gaz à l'eau, l'acide carbonique est diminué d'un tiers et les acides sulfureux et sulfurique réduits de 11/12. Quant à la chaleur résultant de la combustion, chaleur qui échauffe l'atmosphère des locaux éclairés au gaz, elle est naturellement beaucoup moindre avec le gaz à l'eau; enfin, la proportion d'oxygène de l'air absorbée pour la combustion est abaissée de plus de moitié. Toutes ces conditions favorables au gaz à l'eau ne semblent-elles pas devoir être portées à son actif?

IV. — Applications au chauffage et au soudage.

La très haute température de la flamme du gaz à l'eau ainsi que sa propreté au moment de la combustion sont utilisées avec grand avantage pour le chauffage des métaux et particulièrement pour leur soudage.

On connaît les difficultés que présente le soudage de l'acier, par suite de l'oxydabilité de ce métal au delà d'une certaine température. Jusqu'ici, pour porter une pièce au blanc soudant, on était obligé de la placer longtemps au contact même du combustible fortement soufflé; il en résultait que les deux extrémités à souder se recouvraient d'oxydes, de scories et de fraisils dont il fallait ensuite les nettoyer avant de les rapprocher par pression. Obtenue dans ces conditions, la soudure était généralement douteuse, car, malgré toutes les précautions, des corps étrangers finissaient toujours par s'y interposer. Cela même explique pourquoi, dans la question du soudage, on attachait une si grande importance à la qualité du combustible employé et pourquoi, d'autre part, on cherchait à faciliter le nettoyage des surfaces en les saupoudrant de borax. De plus, le contact prolongé avec le charbon cémentait le métal et en altérait les propriétés mécaniques.

Le gaz à l'eau donne un moyen simple et économique d'obtenir une soudure parfaite et, de plus, autogène, puisqu'on ne fait intervenir l'emploi d'aucune matière étrangère. On sait que, pour brûler un mètre cube de gaz à l'eau, il suffit d'une quantité d'air à peu près trois fois moindre que pour brûler le même volume de gaz de houille; aussi se trouve-t-il que, malgré son pouvoir calorifique moindre, le gaz à l'eau développe à la combustion une température plus élevée. Avec l'emploi d'un tel gaz et de l'air froid, c'est-à-dire en se plaçant dans les conditions les plus simples, on arrive donc rapidement au degré de chaleur qui convient au soudage.

Pour chauffer le métal, on se sert d'un brûleur spécial, constitué par une boîte en fonte à deux compartiments dans lesquels l'air et le gaz à l'eau sont insufflés avec une certaine pression. Les deux fluides viennent se réunir à la lèvre du brûleur, protégée par un garnissage réfractaire, et s'y enflamment. L'influence oxydante des produits de la combustion est facilement contrebalancée par un excès de gaz réducteur. Dans ces conditions, il n'y a aucune tendance à la production d'oxydes à la surface du métal et à la transformation de sa texture. Par suite, le poids et la qualité de la pièce soudée restent identiques, sans déchets ni altérations, ce qui n'existe jamais avec le soudage au coke.

Si l'on compare maintenant le soudage par le gaz à l'eau avec celui qu'on a obtenu par des procédés récents autour desquels on fait grand bruit, et qui ont recours soit à l'électricité, soit à un mélange d'acétylène et d'oxygène, soit à un mélange d'hydrogène et d'oxygène, on voit que l'avantage reste tout entier au gaz à l'eau. La trop grande intensité du chauffage électrique est un obstacle très réel dans l'industrie du soudage : l'ouvrier est obligé d'opérer trop rapidement pour être absolument sûr de son travail. De même, la combustion vive des corps hydrogénés ou hydro-

[1] En supposant qu'il y ait aggravation.
[2] Rapport de M. Genty à la Commission technique du gaz de Marseille.

carburés produit une température beaucoup trop élevée et trop locale : A une certaine distance des brûleurs employés, une flamme très chaude en forme d'olive provoque des résultats sensiblement analogues à ceux de l'arc électrique et peut entraîner, si l'on dépasse l'instant précis de la fusion, soit l'oxydation, soit la cémentation des surfaces. On remarquera, de plus, que la localisation d'un chauffage à très haute température produit, dans les pièces obtenues, des tensions d'autant plus nuisibles à leur résistance que ces pièces sont de plus grandes dimensions et surtout de plus fortes épaisseurs. Aussi, avec ces moyens de chauffage, n'est-il possible de travailler que sur des pièces relativement petites et de faibles épaisseurs, ne devant pas supporter une grande fatigue, et même à la condition que l'ouvrier déploie la plus grande attention pour ne pas brûler le métal. C'est ainsi que le soudage électrique est actuellement employé dans la fabrication des tonneaux métalliques en tôle mince, pièces n'ayant pas à subir des pressions intérieures élevées et dans lesquelles, par conséquent, les tensions produites n'ont pas une grosse importance. Le même procédé est encore utilisé avec avantage pour la réparation des pièces de forge ou de moulage, mais toujours lorsqu'il s'agit de dissimuler un défaut ou manque de métal, et non en vue de retrouver la résistance première.

Du reste, avec de tels procédés, le soudage ne s'obtient généralement que par la fusion d'une certaine quantité additionnelle de métal, que l'on choisit autant que possible identique au métal à souder. Ce n'est donc pas à proprement parler une soudure autogène.

Le chauffage avec le gaz à l'eau s'effectue moins rapidement et sur un plus grand emplacement qu'avec les procédés précédents, tout en permettant d'atteindre la température de soudage trois fois environ plus vite que lorsqu'on emploie le chauffage au coke. Les deux parties de la pièce, qu'il s'agit de souder, peuvent être ainsi chauffées proprement, avec une rapidité assez grande pour activer la production et pas trop grande pour nuire à la bonne marche du travail, à une température assez élevée et sur un assez large espace pour qu'il soit inutile d'utiliser pour la soudure un autre métal que celui de la pièce même. Ce procédé de chauffage est donc le seul vraiment économique et permettant d'obtenir une soudure absolument autogène sur des pièces dont l'épaisseur varie entre 3 millimètres et 75 millimètres.

Par le gaz à l'eau, le travail de soudage a été totalement transformé, et son exécution est devenue si irréprochable que les chaudronniers n'hésitent plus, dans bien des cas, à le substituer au rivetage. C'est là un moyen de faire à meilleur compte un assemblage absolument homogène et, par conséquent, plus efficace que celui qui nécessite le perçage de trous dans les tôles et dont l'étanchéité dépend seulement des rivets et de la façon dont ils ont été posés.

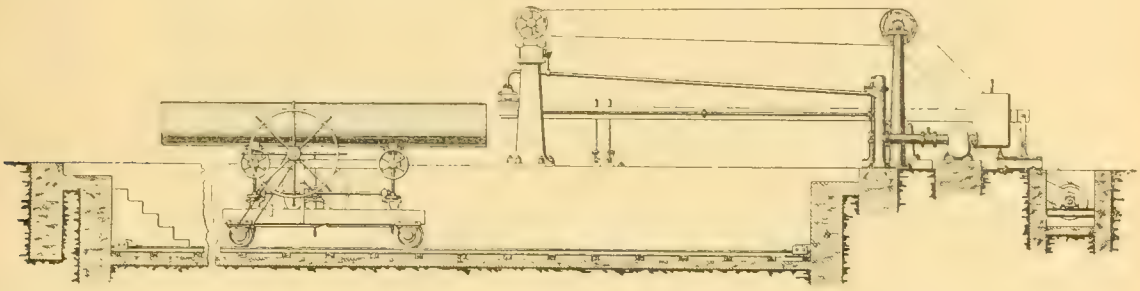


Fig. 3. — *Appareil pour souder les tubes en série.* — Au centre, bâti supportant le martinet-soudeur; à gauche, chariot amenant les tubes à souder.

Parmi le grand nombre de pièces que l'on soude déjà au gaz à l'eau, il faut mentionner les réservoirs à air ou à gaz comprimés, les bouteilles à acide carbonique liquéfié, les foyers de chaudières lisses ou ondulés, les boîtes à eau et communications des générateurs de vapeur, les poteaux de lampes électriques et de trolleys, les mâts militaires pour vaisseaux de guerre, les appareils sphériques ou cylindriques pour la cuisson des chiffons ou de la cellulose, les bouées, les cloches à recuire, les tubes avec ou sans brides, les tuyaux pour conduites de gaz ou d'eau sous pression, les tubes soudés en hélice, si remarqués à l'Exposition de Dusseldorf, etc..., tout le matériel enfin que l'on rivetait autrefois et pour lequel la combinaison d'une plus grande légèreté avec une plus forte résistance présente une importance considérable.

Cette nomenclature montre la variété des pièces qui sont fabriquées aujourd'hui au moyen du soudage par le gaz à l'eau. Ajoutons que le nombre d'installations de gaz à l'eau fonctionnant déjà pour des soudages de toutes sortes a permis d'accumuler les expériences et que l'on est arrivé main-

tenant à déterminer les meilleures conditions dans lesquelles le travail doit être mené pour arriver à la perfection.

Les appareils qui permettent l'application du gaz à l'eau au soudage sont d'une importance très variable, d'après la forme des pièces que l'on a à traiter et suivant que le travail doit être mené en série, c'est-à-dire d'une façon continue, ou n'a lieu que par intermittence.

Un bâti est placé au centre et supporte le martinet-soudeur mû par courroie. L'enclume se compose d'une longue barre équilibrée par un contre-poids et peut être abaissée ou relevée hydrauliquement, ce qui permet le desserrage de la pièce et son déplacement. En avant du bâti, est disposé un couple de deux brûleurs, placés parallèlement l'un en regard de l'autre, et dans chacun desquels sont amenés, au moyen de deux conduites, l'air et le gaz à l'eau insufflés à une certaine pression au moyen de deux ventilateurs distincts. La pièce repose sur un chariot roulant sur rails, et les galets-supports qui la reçoivent sont susceptibles de se relever ou de s'abaisser à volonté, suivant les dimensions transversales des tubes ou viroles.

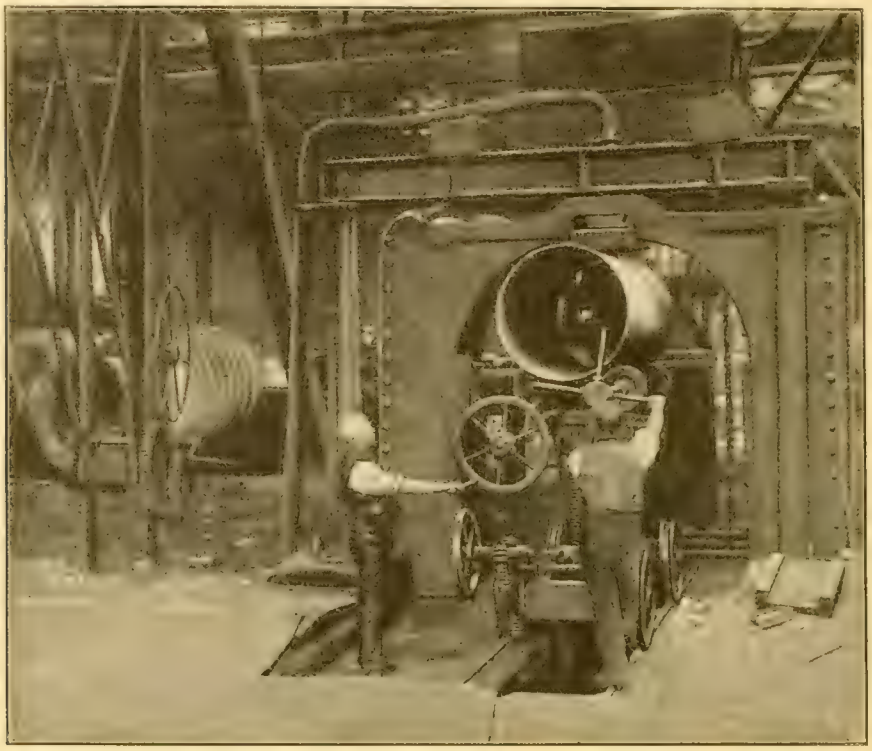


Fig. 4. — *Appareil pour le soudage par le gaz à l'eau, pouvant convenir à la fabrication des tubes depuis 250 millimètres jusqu'à 2m,500 de diamètre.*

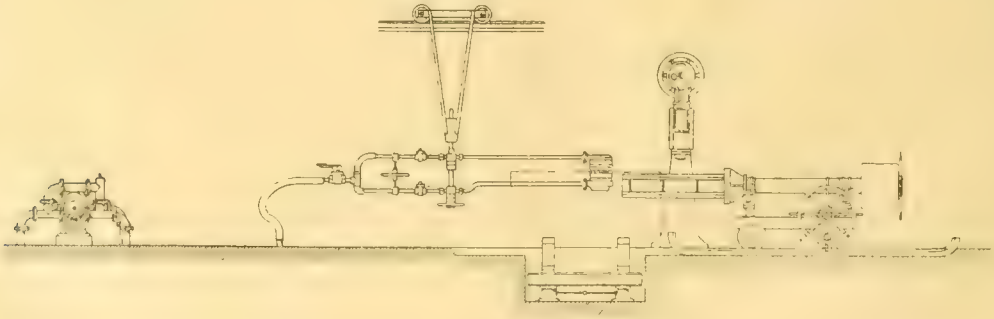


Fig. 5. — *Appareil pour souder les tubes ou viroles avec enclume mobile.*

Lorsqu'il s'agit de fabriquer des tubes de différents diamètres compris entre 250 millimètres à 2m500 et d'une longueur maximum de 5 mètres, et que cette fabrication comporte un tonnage suffisant, on a intérêt à monter une installation complète, analogue à celle que représentent les figures 3 et 4.

Cet appareil permet de faire les soudures non seulement longitudinales, mais aussi circonférentielles.

Pour le soudage longitudinal des tubes de foyers d'un diamètre maximum de 1 mètre et d'une longueur maximum de 2 mètres, l'installation peut être simplifiée de la façon indiquée sur la figure 5.

Elle comprend toujours un bâti fixe avec martinet; mais les supports de la pièce sont fixes et c'est l'enclume qui avance ou recule, faisant partie d'un chariot roulant sur rails placés sur le sol. Quant au jeu de brûleurs, il est suspendu à un petit chariot mobile sur une voie aérienne.

Pour souder simplement les boîtes à tubes et autres pièces de chaudières, il n'est plus nécessaire d'avoir un marteau fixe, le frappage se faisant à la main. L'installation se compose alors uniquement d'un jeu de brûleurs suspendu à la voie aérienne; mais l'appareil de suspension est ménagé pour que, suivant les besoins, on fasse varier l'angle de chacun des brûleurs l'un par rapport à l'autre (fig. 6). Une telle disposition convient également très bien pour une fabrication intermittente de tubes : il suffit, dans ce cas, de placer parallèlement les deux brûleurs l'un contre l'autre et de donner aux conduites supportant ces brûleurs une longueur suffisante pour que le chauffage puisse intéresser les tubes tout entiers (fig. 7.

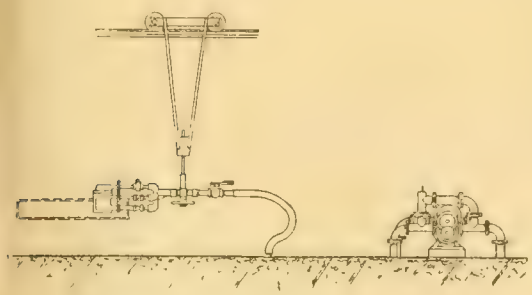


Fig. 6. — *Appareil pour souder à angle droit.*

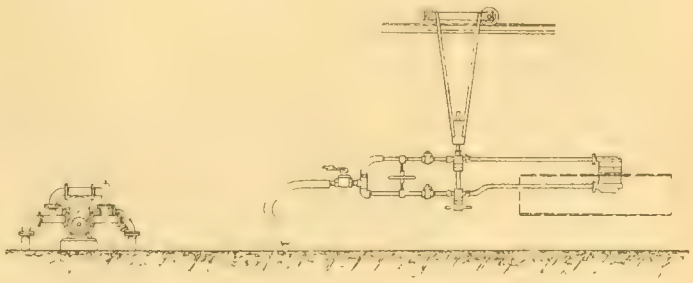


Fig. 7. — *Appareil pour souder les pièces longitudinalement.*

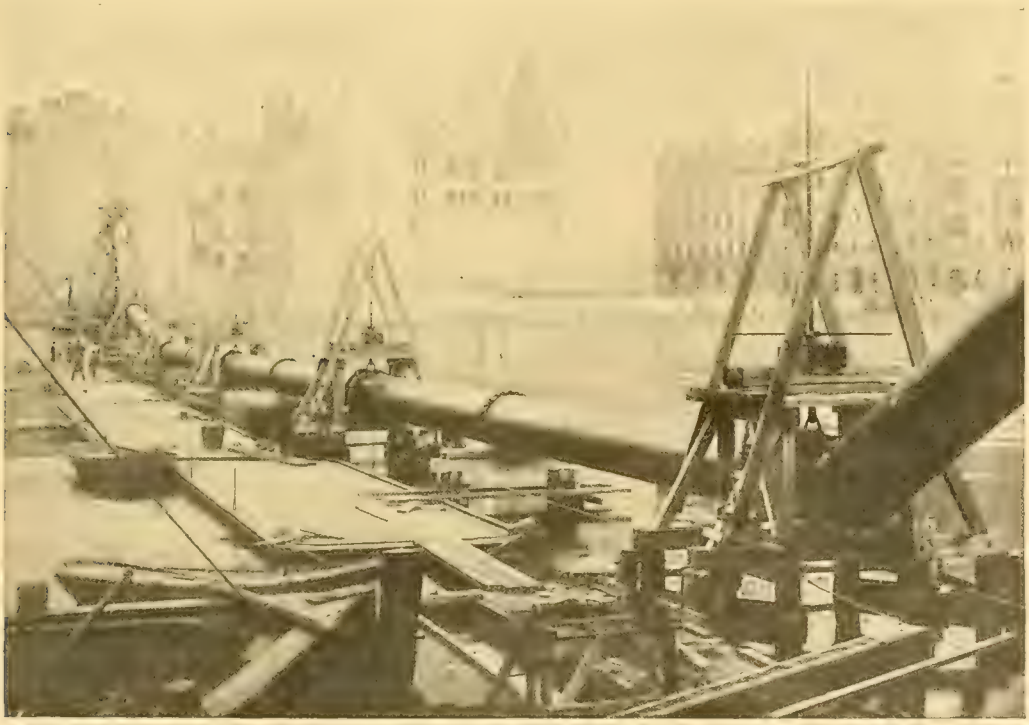


Fig. 8. — *Conduite pour canalisation d'eau de Stockholm, fabriquée entièrement en tuyaux soudés par le gaz à l'eau Dellwik-Fleischer.*

Nous aurons donné une idée des résultats obtenus avec le soudage au gaz à l'eau et de la rapidité du travail en signalant que, dans une grande usine de Dusseldorf, avec un appareil du type 1

(fig. 3 et 4), conduit par trois hommes, on a pu souder en une heure par recouvrement une longueur de tube de 1 mètre de diamètre et de $9^{mm}5$ d'épaisseur atteignant $5^{m}500$.

Fig. 9. — *Poteaux pour électricité soudés au gaz à l'eau chez W. Fitzner, à Laurahutte.*

Naturellement, le prix de revient du soudage par le gaz à l'eau dépend beaucoup de l'épaisseur des tôles employées, ainsi que de la forme et des dimensions des pièces qu'il s'agit d'obtenir.

Fig. 10. — *Pièce d'emboîtement de 2 tuyaux de diamètre différent entièrement soudée au gaz à l'eau.*

Si, par exemple, nous considérons la fabrication de tubes lisses, sans brides, une machine analogue à celle du type I est, ainsi que nous l'avons dit, capable de produire $4^{m}500$ à $5^{m}500$ de soudure longitudinale par heure; mais, si l'on tient compte du changement des tubes et des autres interruptions dans le travail, on peut admettre une production de 24 à 30 mètres de soudure par dix heures avec des tôles de 8 à 10 millimètres d'épaisseur. Quant à la consommation en gaz à l'eau par heure dans

les deux brûleurs, il faut l'évaluer à environ 100 mètres cubes. Enfin, le prix moyen du mètre cube de gaz à l'eau, en supposant qu'il soit obtenu par le procédé Dellwik-Fleischer, peut être compté à raison de 0 fr. 025, étant entendu que l'on fabrique avec du coke à 25 francs la tonne et du charbon pour vapeur à 22 francs.

chant tous ces chiffres, il est facile de mesurer l'avantage considérable qui, au point de vue économique, résulte du remplacement du coke par le gaz à l'eau, sans même faire intervenir la considération très importante de la suppression à peu près complète des rebuts de fabrication.

La comparaison qui précède se reproduit d'une

TABLEAU I. — *Installations Dellwik-Fleischer appliquées au soudage et au chauffage.*

NOMS DES SOCIÉTÉS	LOCALITÉS	NOMBRE des Générateurs	RENDEMENT des appareils en mètres cubes		APPLICATIONS
			par heure	par jour	
A. Ges. der Dillinger Huttenwerke	Dillingen (Prusse-Rhénane)	1	250-320	6.000-7.680	Soudage de tôles.
Ateliers de construction et chaudronnerie de la Société W. Fitzner et Gamper	Sielce, près Sosnowice (Russie)	2	500-650	24.000-31.200	Soudage des chaudières et réchauffage.
Leeds Forge Co, Limited	Leeds (Angleterre	3	500-650	36.000-46.800	Soudage de foyers ondulés et de tuyaux.
Deutsche Rohrenwerke	Dusseldorf	2	250-320	12.000-15.360	Soudage de tuyaux.
W. Fitzner, Fabrique de chaudières et tubes	Laurahütte (Haute-Silésie)	2	250-320	12.000-15.360	Soudage de tourelles blindées et de mâts pour vaisseaux de guerre et de chaudières.
Duisburger Eisen et Stahlwerke	Duisbourg	2	100-130	4.800-6.240	Soudage de chaudières et tubes.
Deighton Patent Flue and Tube Co, Limited	Leeds (Angleterre)	1	500-650	12.000-15.600	d°
A. Ges. Ferrum vormals Rhein u. Co.	Zawodsie, près Kattowitz (Haute-Silésie)	1	250-320	6.000-7.680	d°
Lange et Gehrckens	Altona	1	140-210	3.360-5.040	d°
A. Ges. Balcke, Tellering and Co.	Benrath	1	250-320	6.000-7.680	Soudage à la forge et fonderie de laiton.
Mekaniska Werkstaden « Vulkan »	Norrkœping (Suède)	2	140-210	7.620-10.080	Feux de forge, soudage de chaudières et tubes.
Bergische Fahrradwerke « Elite », Fritz-Evertsbusch	Lennep (près Remscheid)	1	25-40	600-960	Foyers à braser et à souder.
Warsteiner Gruben u. Huttenwerke	Warstein (Westphalie)	1	100-130	2.400-3.120	Moteur à gaz, foyers pour forgeage, soudage, recuit, trempe, éclairage, chauffage.
Beardmore Co	Glasgow (Ecosse	2	250-320	12.000-15.360	Soudage des chaudières, des tubes et des mâts, feux de forge, fours à rivets.
Usine Piedbeuf	Belgique	1	250-320	6.000-7.680	Soudage de tubes.
Orfèvrerie d'Ercuis	Ercuis (France)	2	100-130	4.800-6.240	Chauffages divers et éclairage.

Dans ces conditions, les dépenses journalières pour la soudure sont les suivantes :

1.000 mètres à 0 fr. 025	25 fr.
Main d'œuvre : 1 soudeur à 6 fr.	16 fr.
— 2 aides à 5 fr.	
Force motrice : 8 chevaux, 10 heures à 0 fr. 10.	8 fr.
Usure des brûleurs	2 fr.
	51 fr.

Le prix de revient par mètre de soudure ressort par conséquent à un chiffre compris entre 1 fr. 70 et 2 fr. 10.

Or, avec le coke, il n'est guère possible de souder plus d'un demi-mètre en moyenne par heure, avec quatre hommes, lorsqu'on fabrique des tubes de petit diamètre, et avec cinq hommes, s'il s'agit de tubes dont le diamètre dépasse un mètre. Le *prix des salaires seuls* par mètre de soudure est donc compris entre 3 fr. 50 et 4 francs. En rapprofaçon à peu près identique pour les fabrications autres que celles des tubes, par exemple pour celle des boîtes à eau, des foyers ou de toutes les autres pièces à parois épaisses dont les formes sont des plus compliquées. Du reste, les nombreux produits exposés à Dusseldorf par les premières fabriques de tubes et les principales chaudronneries de Westphalie ont montré combien le gaz à l'eau appliqué au soudage était en vogue et préféré à tous les autres procédés qu'on employait jusqu'alors [1].

Les quelques figures que nous avons données au cours de cet article (fig. 8 à 10) montrent certaines formes de pièces très employées en chaudronnerie, qui n'ont pu être soudées que grâce au gaz à l'eau et que, jusqu'ici, l'on était obligé de riveter en grande partie.

[1] Voir *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils*, juillet 1902 et janvier 1903. Rapports de M. Gouvy, pp. 107 et 211.

Pour terminer, nous signalerons encore à l'avantage du soudage au gaz à l'eau la propreté du travail, qui se fait sans fumées ni poussières, le peu d'encombrement que nécessitent les appareils, la possibilité de réduire et de simplifier les opérations, puisque, dans la plupart des cas, grâce à la chaleur intense développée, il n'est plus nécessaire de procéder au chanfreinage des plaques.

A titre d'exemple, nous indiquons, dans le tableau I, les principales installations d'Allemagne, d'Angleterre et de Suède, où l'on applique déjà le gaz à l'eau, non seulement au soudage, mais encore au chauffage des feux de forges, des fours à rivets, des fours d'estampage, des fours à chaînes, etc... Dans toutes ces usines, la production du gaz à l'eau est obtenue par le procédé Dellwik-Fleischer, l'un des plus répandus en Europe.

V. — Conclusion.

En résumé, le gaz à l'eau a été, jusqu'à ces derniers temps, laissé de côté pour différentes raisons plus ou moins sérieuses, mais dont la principale était certainement l'élévation de son prix de revient.

On connaissait déjà toutes ses propriétés avantageuses : haute température de flamme, faible volume d'air pour obtenir la combustion complète, propreté des produits de combustion ; mais on avait toujours reculé devant la complication des appareils qui servaient à le produire. Pour remettre ce gaz en vogue, il a fallu le concours de plusieurs circonstances : d'abord, les industriels ayant compris l'avantage qu'ils avaient à employer des combustibles à l'état gazeux, toutes les questions de combustion ont été reprises et analysées sur des bases plus scientifiques et il en est résulté la création des multiples gazogènes qui se disputent maintenant le premier rang. Naturellement, les appareils très rudimentaires qui servaient à la production du gaz à l'eau ont été mieux étudiés, eux aussi, et complètement transformés pour aboutir aux gazogènes actuels, dont la simplicité et le rendement sont de sûrs garants de succès. D'autre part, dans l'industrie un peu spéciale du gaz d'éclairage, la tendance était à l'utilisation de gaz de moins en moins éclairants depuis l'application si heureuse de la lumière à incandescence. Il était donc tout naturel de songer à y utiliser un gaz non éclairant, mais économique comme le gaz à l'eau, d'autant plus qu'on ne pouvait rester indifférent à l'utilisation toute trouvée d'une partie du principal sous-produit des usines à gaz, le coke, dont il était parfois si difficile de trouver l'écoulement. Toutes ces raisons ne sont pas étrangères au revirement auquel nous assistons et qui est tout en faveur du gaz à l'eau.

Contrairement au gaz de houille ou à l'acétylène, le gaz à l'eau n'est pas éclairant, c'est-à-dire qu'il n'est pas chargé de matières carburées susceptibles de fournir du carbone en suspension dans la flamme. C'est là un grand avantage pour le chauffage industriel, puisqu'on peut conduire cette opération sans craindre de dénaturer par cémentation la qualité des pièces chauffées. Avec l'éclairage par incandescence, dans lequel les mailles seules des manchons produisent la lumière, le gaz à l'eau est plus indiqué que le gaz de houille, et on peut supprimer l'afflux d'air supplémentaire qui, dans le Bunsen, complète la combustion et brûle les particules solides tenues en suspension dans la flamme. Il en résulte un meilleur rendement lumineux.

Enfin, là encore où l'emploi des becs par incandescence ne s'est pas généralisé et où, comme c'est le cas dans la plupart des exploitations déjà existantes, il y a lieu d'alimenter des becs ordinaires, le gaz à l'eau apporte un contingent des plus utiles au gaz de houille, en abaissant son prix de revient dans une proportion appréciable, soit que le mélange des deux gaz soit ramené au titre imposé par l'addition de benzol seul, soit que le gaz à l'eau soit d'abord recarburé, avant le mélange, par son passage dans les cornues où la houille se distille et que le pouvoir éclairant du mélange soit ensuite complété avant l'émission avec le secours des vapeurs carburées appropriées.

D'après les résultats obtenus depuis plusieurs années dans la plupart des grandes villes d'Europe, il est possible d'affirmer que les appareils de production du gaz à l'eau, dans une usine à gaz de houille, deviennent un accessoire indispensable puisqu'ils présentent à la fois les multiples avantages d'abaisser le prix de revient du gaz émis, d'utiliser une partie du coke[1], de régulariser la production du gaz de houille et, par conséquent, de réduire les frais d'entretien des fours, enfin de donner presque instantanément du gaz, ce qui est très appréciable aux époques où des variations sensibles se produisent dans la consommation.

Pour un atelier de construction, une forge, une chaudronnerie, en un mot pour toutes les industries dont la fabrication comporte des chauffages à températures élevées, le gaz à l'eau résume toutes les qualités que l'on peut rechercher dans un combustible, c'est-à-dire l'économie, la haute température, la rapidité et la propreté. Il faut ajouter, en ce qui concerne le soudage, une sécurité absolue au point

[1] Au fur et à mesure de l'abaissement du prix du gaz, la consommation de ce genre de combustible pour le chauffage des foyers domestiques augmentera naturellement dans de grandes proportions et les usines à gaz auront beaucoup plus de peine à écouler le stock de leur coke.

de vue des dangers d'oxydation ou de cémentation du métal.

Pour terminer, prenons le cas d'une usine métallurgique, d'une verrerie, d'une fabrique de produits chimiques ou d'une autre industrie analogue, dans laquelle il faudrait à la fois prévoir le chauffage, l'éclairage et la force motrice : on connaît tout l'intérêt qu'il y a à remplacer maintenant le groupe chaudières et machines à vapeur par un ensemble de gazogènes et de moteurs. Etant donné le rendement remarquable obtenu dans les moteurs alimentés avec le gaz à l'eau soit pur, soit carburé, si l'on dispose déjà de gazogènes établis spécialement en vue de l'éclairage et du chauffage, il n'y aura aucune nécessité à créer des gazogènes spéciaux pour moteurs et l'on pourra grouper avec avantage, au centre des ateliers, les générateurs de gaz à l'eau qui alimenteront l'usine pour ses différents besoins.

Emile Demenge,
Ingénieur métallurgiste.

LA LUTTE SOCIALE CONTRE LA TUBERCULOSE

Avec l'autorité qui s'attache à son nom — celui d'un des hommes qui ont le plus fait pour guérir notre pays du fatalisme et de l'inertie, en présence des ravages de la tuberculose — M. le Dr Romme vient de rendre un nouveau service à l'œuvre de défense nationale dont il a été un initiateur si dévoué[1]. En précisant la valeur comparative et le rôle — le rapport de rendement utile — du sanatorium, de la polyclinique et de l'hôpital, dans les conditions de milieu que constitue notre société, démocratique, mais peu préparée aux réformes vigoureuses, il a fourni à la « Lutte contre la Tuberculose » une nouvelle contribution, dont tous les lecteurs de la *Revue générale des Sciences* lui ont su gré. Elle était d'autant plus utile qu'il importait — au moment où les Pouvoirs publics se préoccupent enfin de discuter les mesures nécessaires et possibles pour combattre le fléau — de rappeler les exemples efficaces déjà donnés dans l'accomplissement d'un devoir social si grave.

On est frappé cependant, en étudiant l'histoire de la « lutte contre la tuberculose » pendant ces dernières années, de constater la stérilité des efforts tentés de bien des côtés, sous bien des formes, pour l'engager d'une façon décisive. Avertissements réitérés des sommités médicales et du corps médical entier, — déclarations d'hommes d'état, — initiatives privées, tout concourt à préparer une action énergique. Nous n'en piétinons pas moins entre les entreprises de charité privée et les demi-mesures académiques. Nous sommes fixés sur le but à atteindre, comme sur les voies et moyens. Nous avons le désir d'aboutir, mais nous parlons sans agir. « La vie est plus forte que les idées ».

En fait, nous nous trouvons en présence d'un problème dont une comparaison peut figurer le caractère dominant. L'idée se heurte aux conditions. Son impulsion est trop faible par rapport aux difficultés trop grandes. Le mouvement qu'elle détermine est comme celui que créerait un moteur de peu de puissance, ayant à vaincre des résistances considérables. Pour aboutir, nous devons, avant de nous préoccuper des solutions, nous donner la possibilité de les appliquer, en augmentant la force d'impulsion, en réduisant la force de résistance. Ce principe n'implique, somme toute, qu'une meilleure division du travail.

Nous poursuivons un objectif d'ordre médical, qui ne peut être atteint que par une action médicale. Mais cette action elle-même n'est réalisable que par une énergie sociale plus résolue, et par l'atténuation des obstacles sociaux. D'où la nécessité d'une préparation sociale. L'effort initial sur lequel tous ceux qui veulent en finir avec la tuberculose doivent concentrer leurs volontés peut se définir par une courte formule : Il faut que la lutte contre la tuberculose devienne une nécessité politique.

I

Qu'on ne s'effraie pas de cette affirmation, en apparence révolutionnaire. Il s'agit d'une simple question de tactique. En reprochant aux Pouvoirs publics leur inactivité, nous perdons constamment de vue l'équilibre organique de notre Société. Permet-il une réforme, un progrès, comportant soit des engagements de dépenses, soit des atteintes à quelque tradition, à quelque privilège, sans la manifestation préalable de la volonté populaire? Les Pouvoirs publics n'ont-ils pas fait preuve, en l'espèce, des meilleures intentions, des dévouements les plus généreux? Comment leur reprocher d'hésiter devant les décisions à prendre? Sont-elles réclamées, exigées par le pays? La masse de la nation n'en est-elle pas encore, dans la lutte contre la tuberculose, aux vœux platoniques ? N'est-il pas

[1] Voyez : Dr Romme : Le sanatorium, la polyclinique et l'hôpital dans la lutte contre la tuberculose. *Revue gén. des Sciences* du 30 novembre 1903.

évident que la préface de la lutte doit être la transformation de ces vœux en volonté?

Comment y réussir? Là encore, question de tactique. Le Sanatorium, la Polyclinique, l'Hôpital, autant d'instruments de lutte nécessaires, mais coûteux. Qu'on propose demain au Parlement la dépense en rapport avec la nécessité : Où existe-t-il, à l'heure actuelle, un corps électoral disposé à l'accepter? Logements insalubres, ateliers contaminés, professions dangereuses, cabarets, autant de foyers d'infection à circonscrire. Comment le tenter en présence de l'indifférence ou de l'opposition des intéressés? L'éducation de l'esprit public reste à faire presque entière. Il ne s'agit pas seulement de sauver le pays du mal qui le ronge, mais d'abord de le convertir au double sentiment : du danger, et de l'urgence de la lutte.

Nous savons par expérience ce qu'est à cet égard l'effet utile d'une propagande réservée. Assurément nous sommes prévenus. Nous n'ignorons pas que la tuberculose arrache chaque année 150.000 existences à notre population appauvrie. Mais notre psychologie sociale est telle que cette formidable hécatombe nous effraie moins que la menace, sans conséquence, de quelques cas de peste. Comment ne pas conclure, de ce fait d'observation, que la propagande est inefficace dans la forme qu'elle a revêtue jusqu'ici? Du moment qu'elle ne porte pas, telle qu'elle est, comment la rendre plus décisive?

On peut concevoir bien des méthodes. La multiplication des articles de vulgarisation, des conférences, le développement intensif des procédés mis en œuvre jusqu'ici constitueraient assurément un progrès. Un effort, de faible rendement s'il est répété cent fois, produira davantage en se renouvelant mille fois. Mais, à qui s'adresse la propagande actuelle ? Aux milieux les moins contaminés, les moins intéressés. Autant en raison de sa forme même que parce que la masse est difficilement accessible aux considérations générales, elle ne touche pas cette masse qu'il faudrait atteindre. A cet égard, on ne sort pas d'un cercle vicieux : il faut que la lutte s'engage sur le terrain politique; mais elle ne peut l'aborder que par l'intervention de la masse qui, pour se décider, attend elle-même le mot d'ordre politique.

Une simple accentuation de la propagande, trop platonique, poursuivie jusqu'ici pourrait avoir des effets de pénétration plus nets. Ce qui caractérise cette propagande, c'est la discrétion, la timidité, en quelque sorte, avec laquelle elle a abordé son thème, pénible et douloureux. Supposons, au contraire, la carte des ravages de la tuberculose, affichée pendant un certain temps dans les départements les plus contaminés. Ne frapperait-elle pas les esprits d'une façon plus durable que des articles intermittents. Supposons encore la mise en vedette continue, par affiches, de la mortalité proportionnelle par tuberculose, à Paris, et dans les différents quartiers ; n'en résulterait-il pas une certaine action sur l'opinion? Sans développer plus longuement cet ordre d'idées, on conçoit que l'application d'un effort matériel suffisant à une propagande d'ordre général, intensive et sans ménagements, puisse suffire à modifier réellement l'esprit public.

Mais il convient d'aller plus loin dans cette voie, de ne pas s'en tenir à la propagande collective, et d'aborder la propagande corporative, syndicale. Pour prendre l'exemple d'un cas de détail, ne serait-il pas facile de faire rapidement l'éducation politique et sociale de la classe, nombreuse et influente, des concierges des grandes villes, en s'adressant directement à leur corporation? Cet exemple conduit à d'autres. Il n'est pas douteux qu'en visant directement la profession, la classe sociale, au lieu de viser la société en bloc, on aura un rendement autrement fécond de l'effort, au point de vue de la préparation à la lutte.

Une objection se présente, qu'il faut énoncer sans hésitation : « Conçue avec ces préliminaires, la lutte contre la tuberculose devient une lutte de classes ». Évidemment. Que cela soit gênant, désobligeant pour quelques préjugés sociaux : nul doute. Mais la question qui se pose, et qu'il ne faut pas perdre de vue, est celle de savoir s'il convient ou non de combattre la tuberculose. Dans l'hypothèse nécessaire de l'affirmative, vaut-il mieux se servir ou se priver des moyens d'action les plus énergiques pour la préparation du combat?

II

Admettons que cette méthode un peu révolutionnaire, mais pratique, soit appliquée avec les développements utiles : pour que l'indifférence fasse place à la volonté de la réaction, dans les milieux populaires, et pour que, cessant d'être seulement médicale, puis humanitaire, la lutte devienne ce qu'elle doit être, ce que nous n'avons pas le droit de l'empêcher d'être, une œuvre de *passion sociale*, quels seront les progrès consécutifs? Il semble que la seconde étape puisse se combiner avec la première. Avant de songer à la création, en proportion suffisante, de sanatoria, de polycliniques et d'établissements préservateurs de tout ordre, ne convient-il pas de procéder à la réforme des hôpitaux actuels, où, malgré des exemples comme celui du Dr Letulle, le tuberculeux n'est généralement qu'un intrus, à Paris comme en province. Ce sera là une réforme d'ordre administratif, réalisable presque partout, sans efforts excessifs, au prix seulement d'une bonne volonté résolue. Il

est vraisemblable que son caractère administratif n'est pas sans la rendre délicate, puisqu'elle ne se fait pas d'elle-même, puisqu'on voyait encore, au début du xxe siècle, des typhiques mélangés avec des tuberculeux, dans tel hôpital d'une grande ville voisine de Paris. Mais on peut remarquer qu'une enquête complète sur la situation des tuberculeux dans les hôpitaux, sur la condition faite à ces malheureux, et sur celle qu'ils créent eux-mêmes par leur voisinage, aurait un double effet. La vulgarisation de ces résultats exercerait une influence profonde sur l'opinion par les scandales de lèse-humanité qu'elle mettrait au jour, et, par là, simplifierait considérablement la réforme à accomplir. On peut donc préconiser cette enquête comme devant faire partie, dès le début, d'un programme méthodique de lutte. Élément actif de propagande, elle aboutira, d'autre part, à son objectif direct, s'il est vrai qu'un simple fascicule de deux ou trois cents pages, avec documentation photographique, distribué aux Chambres, doive suffire à poser la question du tuberculeux à l'hôpital dans des conditions telles qu'elle ne puisse pas rester sans sanction. Un premier pas vient d'être fait dans cette voie : le principe d'une transformation du régime de l'hôpital pour les tuberculeux a été posé officiellement ; mais il reste à l'appliquer.

Deux autres mesures législatives seront le corollaire nécessaire d'une propagande décidée à ne rien ménager. On peut aisément en préciser le caractère et l'objet, en se demandant s'il y a ou non *homicide*, de la part du propriétaire, du logeur qui, louant au prix d'un logement sain un logement contaminé, ajoutent la tuberculose au bail, ou de la part du commerçant, de l'industriel, du chef d'administration qui, soit faute de protection contre les poussières et les vapeurs, soit faute de désinfection après contagion, complètent aussi le salaire par la tuberculose.

Application de la loi sur les logements insalubres, extension de la loi sur les accidents de travail, voilà, semble-t-il, des mesures bien graves. Ne voit-on pas qu'elles deviennent en réalité peu effrayantes par l'obligation préalable de la déclaration de la tuberculose à l'état contagieux. D'autres objections subsistent, d'ailleurs, et cela dans l'intérêt même du tuberculeux, qu'il ne faut exposer ni à des difficultés de logement, ni à l'exclusion du travail. On ne saurait donc prétendre légiférer au pied levé en ces matières délicates. Mais l'éventualité des mesures législatives, en ce sens, n'est-elle pas de celles qu'il faut affirmer dès le début, précisément pour mieux coordonner l'action de l'opinion et l'action consécutive des Pouvoirs publics.

Retenons donc l'hypothèse, la perspective d'une forte concentration d'efforts sur la mise en application d'un programme de lutte, débutant par une propagande intensive, sans timidités, propre à frapper l'esprit populaire — et non plus, vaguement collective, mais corporative et syndicale au besoin ; — puis, prenant comme objectifs concrets, immédiats, la réforme des hôpitaux, par enquête publique sur la condition des tuberculeux à l'hôpital, et l'obligation de la déclaration médicale de la tuberculose à l'état contagieux en vue de l'affirmation des responsabilités patronales ou autres de même ordre. Si une telle concentration venait à se produire, n'est-il pas vrai que la question de la lutte contre la tuberculose changerait de face ?

Elle cesserait d'être académique, platonique, pour devenir socialement aiguë ; et ce ne serait pas un mal, puisque l'inaction ferait place à l'action. Elle préparerait l'œuvre considérable, dominante, mais coûteuse, de la lutte médicale, en amenant les communes, les départements, le pays, aux créations dispendieuses qu'il est illusoire d'attendre de la seule charité privée. Elle permettrait de compléter l'œuvre médicale par l'œuvre d'assistance, en créant chez le mutualiste, par le point de départ de la passion sociale, la notion des devoirs de la mutualité. Dans le cas même de la lutte contre le cabaret, le mouvement tournant n'est-il pas préférable à l'attaque directe ? Quand le client du marchand de vins ou du liquoriste aura la peur de la tuberculose, peur qui sera pour lui le commencement de la sagesse, ne comprendra-t-il pas de lui-même que, si le bureau ou l'atelier mal tenus et le logement insalubre sont les foyers de la contagion, l'alcool en est le propagateur ?

La question de la tactique à suivre pour donner enfin à la lutte contre la tuberculose un caractère de réalité effective doit nécessairement se poser. En voulant aller droit au but, on se heurte à des impossibilités. Ne semble-t-il pas, en le constatant, qu'il soit temps de créer par une propagande appropriée aux conditions du milieu populaire — le principal intéressé — une opinion sociale qui, orientée vers le terrain politique, conduira par étapes aux mesures législatives, en les rendant nécessaires et possibles. Du moment que le mouvement commencé ne se développe pas assez vite, à cause d'une impulsion trop faible et de résistances trop grandes, ne serait-il pas judicieux de recourir à la méthode la plus pratique, — en matière de progrès social, — celle de l'action par engrenage.

Nous nous complaisons aujourd'hui aux vastes espoirs d'une lutte victorieuse, et tous les efforts concentrés sur cette attente aboutissent au néant des résultats, malgré tant d'œuvres individuelles,

si utiles dans leur domaine d'influence. Prenons une faible partie des efforts stériles et appliquons-les, non plus à la lutte même, mais au développement de l'idée de lutte chez les déshérités qui forment la proie sociale de la tuberculose. Faisons-le sans fausse pruderie, sans hypocrisie, en disant simplement les choses telles qu'elles sont, — telles que nous les savons; — mais en les criant aux victimes, au lieu de nous les chuchoter à l'oreille, et en lançant le cri d'alarme avec le retentissement qui le fera seul entendre. N'est-il pas vrai qu'alors l'impulsion surpassera les résistances, et que le mouvement tactique décidera ce que n'ont pu tant de forces plus importantes : il engagera la lutte par l'engrenage irrésistible de la Passion sociale.

Passion sociale? Vous hésitez, vous reculez; vous voulez bien secourir, aider le tuberculeux, mais non lui octroyer le droit de vivre! Soit; mais songez alors aux 150.000 vies dont vos fleurs de rhétorique font le sacrifice tous les ans, et ne dites pas : « Nous luttons contre la tuberculose », mais : « Nous parlons contre la tuberculose ». Parler, c'est déjà quelque chose; — Agir est mieux.

Alfred Le Châtelier,
Professeur au Collège de France.

REVUE ANNUELLE D'EMBRYOLOGIE[1]

PREMIÈRE PARTIE : CROISSANCE ET DÉVELOPPEMENT. MÉTAMORPHOSES

I. — Facteurs de l'évolution agissant sur la croissance et sur le développement.

§ 1. — Définition des termes.

Il est tout d'abord nécessaire ici de préciser le langage, car : évolution, croissance et développement sont trois termes qui sont trop souvent pris, malheureusement, l'un pour l'autre, ou avec des sens totalement différents. Il n'y a pas que les jeunes biologistes qui tombent dans cette erreur; les maîtres eux-mêmes en donnent parfois l'exemple. C'est ainsi que Rabaud, dans un article très intéressant[2], nous montre Isidore Geoffroy Saint-Hilaire donnant, dans son Traité de Tératologie, trois sens différents, au moins, au mot développement.

Voici comment on peut définir, en deux mots, chacune de ces expressions. L'évolution, au sens étymologique (*evolutio*, action de dérouler), et c'est le sens qu'il faut lui garder, croyons-nous, est comme le déroulement, figuré devant nos yeux, des diverses phases de la vie totale d'un individu (ontogénèse) ou d'un groupe d'individus (phylogénèse). Cette évolution s'opère sous l'influence de plusieurs facteurs dont l'étude constitue ce qu'on doit appeler maintenant la *science* du transformisme. Le développement, c'est la première partie de l'évolution qui conduit un individu donné de l'état d'œuf à son type spécifique actuel; il ne peut se faire sans multiplication de cellules et sans différenciation de tissus, c'est-à-dire sans transformation continue de formes. Le moment où le type spécifique est atteint constitue l'état adulte. La croissance est un des moyens de l'évolution; c'est l'augmentation en volume ou en nombre des éléments différenciés. Elle a pour principal rôle de fournir des matériaux à la différenciation et, par là, elle accompagne presque toujours le développement. Cependant les deux phénomènes peuvent aller l'un sans l'autre et réagir isolément vis-à-vis des facteurs de l'évolution; c'est ainsi que, dans le gigantisme infantile, par exemple, il y a maximum de croissance avec minimum de développement; par contre, dans le nanisme, le type spécifique est généralement atteint alors que la croissance s'est arrêtée de très bonne heure.

C'est surtout la manière dont se fait la croissance et le développement qui donne le caractère propre à l'embryologie d'un être donné, c'est-à-dire à son ontogénèse. « Dans chaque classe du règne animal, on peut trouver, disent Edm. Perrier et Ch. Gravier[1], une ontogénie normale ou patrogénique (de πάτηρ, τρός, père; γεννάω, engendrer), dans laquelle les formes ancestrales sont reproduites dans l'ordre chronologique de leur succession. A partir de ce type idéal, les autres ontogénies peuvent être rangées suivant l'ordre de rapidité croissante de formation des diverses parties du corps ». C'est à

[1] Dans notre Revue de l'année dernière, en parlant des travaux de Weber sur l'origine des glandes annexes de l'intestin moyen, nous avons commis certaine erreur d'interprétation pour laquelle nous ne pouvons que renvoyer au Mémoire complet que vient de publier Weber : L'origine des glandes annexes de l'intestin moyen chez les Vertébrés. *Thèse Fac. de Méd. de Nancy*, 1903, p. 1-250 avec 60 fig. et 27 pl. (voir p. 228 et 229), et *Archiv. d'Anat. micr.*, t. V.

[2] Et. Rabaud : Fragments de Tératologie générale. L'arrêt et l'excès de développement. *Bull. scient. de la France et de la Belgique*, 1901, t. XXXIV, p. 481-511.

[1] Ed. Perrier et Ch. Gravier : La Tachygénèse ou accélération embryogénique. *Ann. des Sc. nat., Zool.*, 1902, 8e sér., t. XVI, p. 133-374, avec 119 fig.

l'ensemble des causes accélératrices des phénomènes embryogéniques que ces auteurs donnent le nom de *tachygénèse* (de ταχύς, rapide).

En 1874, Hæckel avait déjà distingué, dans les ontogénies, celles dans lesquelles le développement est masqué, à une époque plus ou moins précoce, par une adaptation secondaire à des conditions spéciales d'existence de l'embryon ou de la larve, adaptation qui ne serait pas héritée de la série des ancêtres; c'était la forme *cénogénétique* (de καινός, nouveau, récent). La *palingénie* (de παλιγγενεσια, ας, renaissance, rétablissement d'une chose dans son état primitif) comprenait, au contraire, les types d'embryogénie définis par la loi de Serres, suivant laquelle l'embryogénie d'un animal ne serait que la répétition rapide de ses formes ancestrales. C'était, en somme, donner là de nouveaux noms à ce que Giard venait de faire connaître sous les expressions plus claires d'*embryogénies condensées* et d'*embryogénies dilatées*. L'un et l'autre savants ne faisaient, du reste, que développer des idées émises, dix ans auparavant, par Fritz Müller, dans cet opuscule à la dialectique si rigoureuse, intitulé : *Für Darwin*.

Mais, comme le font remarquer Perrier et Gravier, les deux catégories distinguées par Giard et par Hæckel ne sont nullement équivalentes et ne peuvent être opposées l'une à l'autre, pas plus qu'à la tachygénèse. Celle-ci doit être entendue « comme une force sans cesse agissante, ayant déterminé, à partir des ontogénies patrogéniques, une série continue d'ontogénies de plus en plus accélérées, dont les résultats, quels qu'ils soient, sont désignées sous le nom de *tachygénies* ». Ce n'est là, en somme, qu'un mode constant de l'action de l'hérédité, que l'on constate dans le développement des plantes aussi bien que dans celui des animaux.

Si nous considérons seulement ici le rôle de la tachygénèse dans le développement des organes, nous voyons, avec E. Perrier et C. Gravier, que ce rôle consiste :

1° A faire apparaître d'emblée, avec leur forme et à leur place définitive, des organes qui ont subi, au cours de l'évolution phylogénique, un déplacement que l'ontogénie répète encore dans un certain nombre de cas; 2° à faire apparaître, en une seule pièce, des organes qui se sont constitués phylogénétiquement par la soudure d'organes voisins verticillés, symétriques ou métamériques; 3° à détacher, des organes qui doivent subir une transformation au cours de la vie, des bourgeons dormants qui les doublent et peuvent les remplacer; 4° à faire développer ces bourgeons dormants avant la déchéance de l'organe primitif; 5° enfin, à supprimer les organes primitifs pour faire apparaître, d'emblée, ceux qui devaient seulement, d'abord, les remplacer.

Edm. Perrier et Ch. Gravier développent chacun de ces modes d'action par de nombreux cas, choisis tantôt chez les Vertébrés, tantôt chez les Invertébrés. Chez les premiers, par exemple, la segmentation du corps, la disposition fondamentale du tube digestif, du système circulatoire et de l'appareil néphridien sont des caractères vraisemblablement hérités des Vers annelés. Les Vertébrés diffèrent surtout de ceux-ci par le renversement de leur attitude et par l'existence d'une corde dorsale entre le système nerveux et le tube digestif. Or, Perrier et Gravier montrent, dans leur Mémoire, que le renversement d'attitude est dû au grand développement et à la tachygénèse du système nerveux; quant à la production d'une corde dorsale, elle serait due aux conditions tachygéniques tout à la fois du système nerveux et du mésoderme.

§ 2. — Application de l'Énergétique à l'Embryogénie.

Après avoir été conçue, en 1842, par un simple médecin du Wurtemberg, Robert Mayer, après avoir envahi et révolutionné, pour ainsi dire, les sciences physico-chimiques, la doctrine de l'Énergie revient aujourd'hui à son berceau, à la Physiologie. Elle y revient, nous montre A. Dastre dans un très bon exposé de la question[1], pour nous expliquer une multitude de faits et de lois d'expérience : le rôle et les principes généraux de l'alimentation, les conditions de la contraction musculaire, la loi de l'intermittence de l'activité physiologique, le fait de la fatigue, etc. Cette doctrine trouve également son application à l'Embryologie générale en nous permettant de mieux comprendre les lois de la croissance et du développement des êtres vivants. C'est cette application que nous trouvons dans un petit livre très intéressant de Maurice Springer : *L'Énergie de croissance et les lécithines dans les décoctions de céréales*[2]. « Sous le nom d'énergie de croissance, dit Springer, je comprends l'ensemble des forces et les diverses modalités de l'énergie importées dans les organismes vivants qui concourent à la production des phénomènes de développement ». Cette définition montre bien qu'en réalité il n'y a pas une énergie de croissance spéciale, et c'est là, dans ce néologisme inutile, un reproche que nous nous permettrons de faire à Springer[3].

En réalité, et c'est là un écueil pour le biologiste,

[1] A. Dastre : *La Vie et la Mort*. Paris, 1903, p. 51 à 141.
[2] Paris, Masson et Cie, Gauthier-Villars, 1903.
[3] Nous signalerons également, dans son livre, quelques expressions, telles que : énergies *latentes* libérées..., l'énergie *se porte* vers les *organes*..., qui auraient eu besoin d'être plus expliquées.

le mot énergie ne saurait comporter, il nous semble, une définition unique; il faut une définition propre à chaque forme de l'énergie. D'un autre côté, les phénomènes vitaux les plus simples, qui sont actuellement le point de départ du biologiste, apparaissent déjà si compliqués, que nous nous demandons s'il n'est point encore trop tôt d'introduire pareillement, en Biologie, une science qui présente en Mathématiques une précision numérique aussi grande.

Quoiqu'il en soit, et sous le bénéfice de ces réserves, voici comment, d'après les auteurs, on peut appliquer l'Énergétique à la compréhension de certains phénomènes de croissance.

Un premier groupe de forces qui agissent dans la croissance provient de l'hérédité. L'ovule contient, en puissance, l'énergie ancestrale qui, dans l'état actuel de la Biologie, ne se manifeste à nous que comme la somme des énergies chimiques potentielles contenues dans les réserves ovulaires. La fécondation, ou d'autres phénomènes moins généraux, viennent permettre la manifestation d'énergie chimique qui se transforme en d'autres formes de l'énergie, principalement en énergie thermique. Entre ces deux termes, se placent les énergies vitales, ou travail physiologique, dont les manifestations visibles se traduisent ici par la formation des blastomères qui constituent le premier stade de la vie embryonnaire.

La croissance se fait tout d'abord par la destruction des réserves alimentaires contenues dans le jeune organisme. Il faut remarquer avant tout que la rapidité du mouvement de croissance est proportionnelle à l'intensité des processus d'oxydation. Mais d'autres corps viennent jouer un rôle des plus importants dans les manifestations fonctionnelles par lesquelles se traduit l'intensité du mouvement de croissance. Les seuls de ces corps bien étudiés jusqu'ici sont l'eau, les oxydases, la potasse, les lécithines.

L'observation montre que la proportion d'eau dans un organisme est d'autant plus grande que la croissance et le développement sont plus actifs. Dans l'espèce humaine, par exemple, W. Preyer a montré que l'embryon de six semaines en renfermait 97,54 °/₀ de son poids et celui de cinq mois 88 °/₀; à la naissance, on ne trouve plus que 66 °/₀, et, chez l'adulte, 63 seulement. L'eau n'apportant qu'une faible quantité d'énergie agit d'abord comme véhicule des substances dissoutes, puis par sa pression osmotique; ce dernier rôle, bien qu'encore peu connu, doit être des plus importants, et, pour certains auteurs même[1], il serait toute l'explication du rôle mystérieux du spermatozoïde dans l'œuf. Il est vrai que Springer a vu qu'il n'existait pas de différences isotoniques entre le sérum sanguin d'un poulain de 3 jours et celui d'un cheval âgé de 8 ans. Mais Springer a raison d'ajouter aussitôt qu'au point de vue des phénomènes de croissance, ce n'est pas le sang, mais bien la lymphe qui est le véritable milieu intérieur; c'est elle qui constitue le véritable tissu de croissance, et, en effet, on voit les organes lymphoïdes prédominer pendant toute la période de développement; on a même découvert dernièrement, chez l'homme, de ces organes qui ne serviraient que pendant la vie embryonnaire[1].

C'est une des raisons qui font penser à Springer que c'est là la voie par où les oxydases distribuent, dans l'organisme, certains éléments importants de l'énergie de croissance; d'un autre côté, Portier avait montré, il y a quelques années, que les oxydases prédominent dans les leucocytes. Le rôle des oxydases (agissant surtout par le manganèse) dans la croissance serait d'augmenter l'intensité des réactions chimiques d'où découlent les énergies vitales.

C'est grâce à la potasse que les produits de l'activité vitale des cellules dialysent incessamment vers les plasmas extra-cellulaires; aussi les recherches de Hugounenq[2] ont-elles montré que la teneur en potasse est en rapport avec le degré de développement des sujets[3].

Quant aux lécithines, tous les travaux qui ont été faits dans ces derniers temps, en particulier ceux de Desgrez, d'Aly Zaky et de Claude[4], ont démontré, de la façon la plus nette et la plus précise, les effets stimulants de l'ovolécithine sur la croissance.

D'autres auteurs, tels que Maxwell et Stoklasa, avaient trouvé que les lécithines contenues dans les semences de beaucoup de plantes possèdent un rôle physiologique analogue.

C'est pourquoi Springer s'est demandé si la lécithine végétale, introduite chez les animaux comme aliment, ne remplirait pas, dans les organismes, un semblable rôle. La question était des plus intéressantes; elle dépassait le but thérapeutique cherché par l'auteur pour s'étendre à la Biologie générale. Springer s'est d'abord adressé à de jeunes chiens âgés de deux mois qu'il a nourris en mélangeant à leur pâtée 1 à 2 litres de décoction de graines de céréales. Au bout de quatre mois, il a vu que la croissance avait été d'un tiers ou d'une moitié plus rapide chez les individus en expérience que chez les individus témoins. Depuis,

[1] Voir notre Revue d'Embryologie de 1901, p. 871.

[1] Voir notre dernière Revue, 1902, 1re partie, p. 1147.

[2] L. Hugounenq : La statique minérale du fœtus humain, pendant les cinq derniers mois de la grossesse. *Journ. de Physiol. et de Pathol. gén.*, t. II, 1900, p. 509-512.

[3] Voir également Dehérain: *Traité de Chimie*, 1902, p. 164.

[4] Voir le résumé de ces expériences dans le livre de Springer, p. 64.

l'auteur a essayé d'appliquer ces données à la Clinique, mais nous ne pouvons le suivre sur ce terrain trop spécial, quelque intérêt qu'il présente pour le médecin.

Il est intéressant de rappeler ici que Gabriel Delamare a vu une injection de pilocarpine provoquer une augmentation de cinèses dans les ganglions lymphatiques et même dans les voies lymphatiques[1]. Grynfelt a fait une constatation analogue en faisant agir la pilocarpine sur la surrénale des Téléostéens[2].

L'intérêt de ces dernières observations réside dans ce fait que la pilocarpine renferme un groupement de triméthylamine, comme la choline. Or, cette choline est une base que l'on trouve normalement dans l'organisme, dans les lécithines. Et Desgrez a montré que cette choline agit sur les sécrétions salivaire, pancréatique, biliaire et rénale, ainsi que la pilocarpine[3].

Comme complément à ces notions d'une science encore dans l'enfance, nous citerons un travail de Tangl, particulièrement original, en ce sens qu'il s'engage de plus en plus dans la voie de l'énergétique embryonnaire. Dans ce travail[4], l'auteur a essayé, en effet, de calculer la quantité d'énergie chimique qui est employée dans le travail de l'ontogenèse. Tangl a expérimenté sur l'œuf de Moineau et sur celui de Poule. Sans entrer dans le détail de ses expériences, que l'on trouvera très bien exposé par Dastre[5], nous dirons que le travail du développement (quantité d'énergie chimique consommée pendant le développement) est vraisemblablement proportionnel au poids de l'embryon, car il grandit avec lui ; la dépense d'énergie pour le maintien de la matière vivante est moindre que pour la création de nouvelle matière. La source principale de cette énergie étant dans les graisses de l'œuf, Tangl trouve qu'il y a 48 calories en jeu dans le développement du Poulet : 16 calories ont été consommées par le travail d'édification du corps : les muscles ont fixé 28 °/₀ de l'énergie utilisée ; les os 22,4 ; la peau et dépendances 21,4 ; le système nerveux 3,1, et les viscères 17,6 °/₀. Lorsque le travail embryonnaire est terminé, il reste donc encore 32 calories que l'on retrouve dans le Poulet.

§ 3. Action de l'électricité sur la croissance.

Nous avons dit plus haut que les énergies chimiques contenues dans les réserves se transforment, dans l'organisme vivant, surtout en énergies thermiques. « Mais, comme le fait remarquer justement Springer, il n'y a là qu'une équation apparente, car la production de chaleur animale est le résultat d'une multitude d'opérations intermédiaires : oxydations intra-organiques, dédoublements, synthèses ; or, tous ces phénomènes chimiques s'accompagnent de production d'électricité qui est dégagée ou absorbée. Cette électrogénèse cellulaire est un phénomène biologique de premier ordre. Il est regrettable qu'il ait été à peine étudié ». Springer est heureusement entré dans cette voie ; en électrisant des animaux et des enfants, il a constaté une notable poussée dans le développement et une augmentation de poids.

Cela nous conduit à parler d'expériences analogues qui n'ont plus été faites chez les animaux, mais chez les végétaux.

L'influence de l'électricité atmosphérique fut étudiée expérimentalement pour la première fois sur les végétaux en 1746 ; ce fut un Écossais, Mainbray, qui, ayant eu l'idée d'électriser deux pieds de myrte, vit ces plantes prendre un accroissement très grand et beaucoup plus rapide qu'à l'ordinaire. Depuis cette époque lointaine, de nombreuses expériences furent faites dans la même direction, surtout par des agronomes, mais aucune n'a présenté l'importance, comme durée et résultats, de celles de Sélim Lemstrœm[1]. Dès 1885, le savant professeur finlandais avait remarqué que des graines de céréales électrisées avaient donné des plants d'une vigueur toute particulière. Transportant ensuite ces expériences de laboratoire sur un véritable champ de culture, Lemstrœm obtint, de la même façon, des excédents de récolte de 35 °/₀ avec des graines d'orge et de 57 °/₀ avec le blé. D'un autre côté, il semble que l'électricité, favorable à la nutrition en général, le soit également pour l'activité sexuelle. C'est ainsi que trois pots de fraisiers, placés dans des conditions déterminées, mûrirent en cinquante-quatre jours pour le plant témoin, en trente-trois jours pour le plant soumis au courant négatif, en vingt-six jours pour le plant soumis au courant positif.

Cette année, A. B. Plowman a résumé, dans le *Physikalische Zeitschrift*, les résultats d'expériences à peu près semblables qu'il a faites, au Jardin botanique de l'Université d'Harvard, pour voir quels étaient les effets de l'électricité sur les graines. Pour cela, il faisait traverser un milieu

[1] Gabriel Delamare : Anatomie générale des lymphatiques, *in Traité d'Anat. de Poirier et Charpy*, 1902, t. II, fig. 556, p. 1146.

[2] Grynfelt : *Thèse Fac. des Sc.*, 1903.

[3] A. Desgrez : De l'influence de la choline sur les sécrétions glandulaires. *C. R. Ac. Sc.*, 7 juillet 1902.

[4] F. Tangl : Beiträge zur Energetik der Ontogenese, *Arch. f. die gesammte Physiol.*, 1903, t. XCIII, p. 327-376.

[5] In *Journ. de Phys. et de Pathol. gén.*, 1903, p. 404.

[1] Lemstrœm a rendu compte en détail de ses expériences dans les Mémoires de l'Université d'Helsingfors où il est professeur. On en trouvera le résumé dans un livre : *De l'influence de l'électricité sur la végétation. Accroissement des récoltes*, traduit, avec la collaboration de l'auteur, par P. van Biervliet ; Paris, 1902.

renfermant des graines de *Lupinus albus* par un courant électrique compris entre des électrodes en charbon ou en platine. Ces expériences ont montré que les graines placées au voisinage de l'anode ont été tuées au bout de vingt heures par des courants supérieurs à 0,003 ampère, alors que les graines voisines de la cathode restaient indemnes ou acquéraient un pouvoir germinatif supérieur. Dans son Mémoire, Plowman fait suivre l'exposé de ses expériences de considérations générales, et présente, sur l'influence des ions sur la vie végétale, des idées nouvelles qui paraissent assez intéressantes. Tous ces résultats concordent donc pour montrer que l'électricité est un facteur général de la croissance produisant des effets analogues chez les animaux et chez les végétaux.

§ 4. — Action du radium sur la croissance.

Les propriétés si particulières que les physiciens viennent de reconnaître à de nouvelles substances dites radio-actives devaient engager les biologistes à rechercher quels sont les effets de ces corps sur l'évolution des organismes. Georges Bohn, le premier, vient d'entrer dans cette voie en expérimentant, avec le radium, sur 80 larves et embryons de Crapauds et de Grenouilles[1]. Bien que ses expériences soient encore peu nombreuses, les résultats obtenus sont cependant assez importants pour qu'il y ait lieu de les signaler ici. Il en résulte tout d'abord que les rayons de Becquerel agissent différemment sur la croissance des tissus et des organismes. Quand celle-ci est lente, comme chez les larves, ils déterminent un amoindrissement de la taille; quand elle est rapide, comme chez les embryons, ou bien ils détruisent les tissus, ou bien ils ralentissent leur croissance, ou bien enfin ils l'accélèrent et cela suivant les régions et les tissus. Les épithéliums, par exemple, sont plus sensibles que les autres tissus parce qu'ils croissent et se modifient plus activement.

Les mêmes expériences nous révèlent un fait des plus intéressants, et qui, en effet, comme le dit Bohn, touche aux plus passionnants problèmes de la Biologie. Des embryons, âgés de moins de trois jours, sont placés pendant quelques heures (3 à 6) dans une petite cuve renfermant une mince couche d'eau, sur laquelle flottait un tube contenant quelques centigrammes d'un bromure de radium très actif. Ces embryons se sont d'abord développés comme à l'ordinaire : chez eux, le radium n'a jamais eu d'action apparente immédiate; mais, quand ils se sont transformés en têtards, c'est-à-dire longtemps après qu'ils avaient été replacés dans les conditions normales du développement, Bohn a vu des monstruosités apparaître : appendice caudal atrophié, rétrécissement en arrière de la tête, etc.

Si ces monstruosités sont bien dues à l'action antérieure du radium, ce qui, en réalité, n'est pas démontré, on pourrait conclure avec Bohn : Il suffit que les rayons du radium traversent le corps d'un animal pendant quelques heures pour que les tissus acquièrent des propriétés nouvelles. Ces propriétés pourraient rester ainsi à l'état latent pendant de longues périodes, pour se manifester tout à coup au moment où, normalement, l'activité des tissus augmente. Dans le même ordre d'idées, Poulton, puis Merriefield avaient déjà montré que l'exposition d'une chenille à une lumière colorée suffit pour déterminer la même coloration chez la pupe. Et la ressemblance paternelle que l'on constate chez beaucoup d'enfants peut, à la rigueur, s'expliquer, comme le fait Bohn, par des propriétés spermatiques dormant dans l'œuf et dans l'embryon pour venir se réveiller à certains moments. Ce ne doit être là, cependant, qu'une façon de parler, car cette attente de propriétés ne peut guère se comprendre dans l'état actuel de la science.

Dans une seconde série d'expériences[1] portant sur les œufs et les embryons d'une espèce d'Oursin, Bohn est venu confirmer et préciser ses premières expériences. Les rayons du radium agissent sur la chromatine du noyau; suivant la durée de l'exposition, ils augmentent son activité ou bien ils la détruisent. Ils tuent les spermatozoïdes, amas de chromatine nus (?), mais excitent la chromatine de l'ovule protégée par du protoplasma, déterminant ainsi la parthénogénèse. Enfin ils confèrent à la chromatine de l'œuf fécondé des propriétés durables, qui ont leur retentissement sur l'organisme, au moment où celui-ci est en voie de croissance et de rénovation.

II. — La croissance et le développement des individus considérés surtout d'après les sexes.

§ 1. — Dans la vie embryonnaire.

Toutes les recherches qui ont été faites jusqu'ici sur la croissance des organismes pèchent en ce sens qu'elles ne mettent pas en évidence un des facteurs internes les plus importants dans la vie des individus : le facteur sexe. Là encore, nous trouvons un défaut de méthode qui fait souvent dépenser une somme de travail considérable, non pas en pure perte, mais sans arriver à lui faire produire tout ce qu'elle pourrait.

[1] Georges Bohn : Influence des rayons du radium sur les animaux en voie de croissance. *C. R. Acad. Sc.*, 27 avril 1903.

[1] Georges Bohn : Influence des rayons du radium sur les œufs vierges et fécondés, et sur les premiers stades du développement. *C. R. Ac. Sc.*, 4 mai 1903.

C'est ainsi que les moyennes que nous donne E. Legou[1] ne peuvent guère être utilisées, non seulement pour l'Embryologie générale, mais même pour la Médecine légale, qui a été le seul but visé par l'auteur; il y a là, en effet, dans la construction des moyennes de Legou, trop de facteurs disparates qu'il aurait fallu d'abord mettre en évidence : sexe, nanisme, gigantisme, variations organiques, etc. C'est ce que Gustave Loisel a essayé de faire, en reprenant, dans cet ordre d'idées, les données numériques brutes fournies par les statistiques de Legou. Il a d'abord recherché quelle était la croissance comparée, en poids et en longueur, des fœtus mâles et des fœtus femelles[2]. Il a vu que, jusqu'au 4e mois de la vie intra-utérine, tous les organes du corps : viscères, muscles et squelette, sont plus lourds dans le fœtus femelle que dans le fœtus mâle. La prépondérance du poids passe ensuite au sexe mâle, mais seulement pour ce qui concerne les organes de la vie de relation proprement dite; l'encéphale, les organes de nutrition et d'excrétion restent toujours plus développés chez les fœtus femelles. Or, si nous remarquons, en particulier, que le cœur d'un côté, les reins, les capsules surrénales et le foie surtout, sont relativement beaucoup plus développés dans les fœtus femelles, on peut dire, il semble, que ces derniers sont des organismes mieux nourris et plus épurés que les organismes mâles.

Les accoucheurs savent pourtant que les enfants mâles, à la naissance, sont plus lourds que les enfants femelles; ceci est vrai, du poids total, mais seulement encore à partir de la fin du 4e mois; c'est, sans doute, l'âge où le système musculaire prend une prépondérance de plus en plus grande sur les autres systèmes. Il en est de même pour la croissance de la longueur totale du corps du fœtus, croissance qui traduit surtout le développement du squelette. Jusqu'au milieu du 4e mois, la longueur totale du fœtus femelle va en surpassant de plus en plus celle du fœtus mâle; elle se rapproche ensuite de celle-ci pour marcher presque parallèlement au-dessus d'elle, jusqu'au milieu du 5e mois; à partir de cet âge, elle s'abaisse fortement pour devenir moins grande que dans le sexe opposé.

Gustave Loisel a recherché ensuite quel est le degré d'activité de croissance chez les fœtus mâles comparés aux fœtus femelles[3]. Il a vu d'abord que, dans la période de la vie fœtale qui s'étend du 3e au 6e mois (seule période qu'il ait pu étudier), la croissance des organes marche par poussées successives, qui vont en diminuant d'intensité au fur et à mesure que l'organisme se complique.

Quant à la somme de ces activités de croissance, elle est plus grande chez le mâle que chez la femelle. « Or, dit Loisel, comme nous avons vu que, dans la même période, le poids relatif de tous les organes de la vie de nutrition est plus grand chez les fœtus femelles que chez les fœtus mâles, il faut en conclure que cette suractivité ne conduit pas, pour l'organisme mâle, à un bénéfice réel, du moins si on compare avec le sexe femelle en voie de développement ». Il y aurait peut-être là, dans la suractivité de croissance du mâle, quelque chose de comparable aux processus fébriles qui excitent passagèrement le métabolisme général d'un organisme, augmentent ses échanges et ses oxydations et élèvent sa température.

Des considérations tirées de la Physiologie et de l'Embryologie comparées nous font admettre que cette suractivité, qui restera l'un des caractères distinctifs du sexe mâle, est due à des substances stimulantes, de l'ordre des substances excrétrices, qui sont moins bien détruites, ou plus mal rejetées, dans le sexe mâle que dans le sexe femelle.

Cette opinion concorde, en effet, avec le fait, mis en évidence dans notre première Note, du plus grand développement des organes d'excrétion dans le sexe femelle. Elle concorde également, d'un côté : avec les données bien connues de la statistique, qui nous montrent la femme possédant une plus grande puissance de viabilité, et cela dès sa naissance[1]; de l'autre, avec les faits d'observation, qui nous montrent que, dans la série animale tout entière, les femelles vivent plus longtemps que les mâles.

§ 2. — Après la naissance.

Nous rapprocherons de ces recherches celles que F. Houssay a entreprises sur le développement comparé des sexes chez les Poulets après la naissance[2]. Comme Loisel, dans l'espèce humaine, Houssay trouve également que les organes internes sont plus volumineux chez la femelle, parfois d'une façon absolue, et toujours d'une façon relative, si l'on rapporte leur poids au poids total ou au poids actif de l'animal. Il faut excepter, cependant, le cœur et les poumons, qui sont d'ordinaire plus importants chez le Coq.

C'est encore aux mêmes résultats généraux qu'ar-

[1] E. Legou : Quelques considérations sur le développement du fœtus. *Thèse Fac. Méd.*, Paris, 1903.

[2] G. Loisel : Croissance comparée en poids et en longueur des fœtus mâle et femelle dans l'espèce humaine. *C. R. Soc. Biol.*, 31 octobre 1902, p. 1235.

[3] G. Loisel : Activité de croissance comparée dans les fœtus mâle et femelle de l'espèce humaine. *C. R. Soc. Biol.*, 31 octobre 1903, p. 1237.

[1] Cette survitalité de la femme existe même avant la naissance, puisque le *Journal officiel* du 23 octobre 1903 nous montre, pour l'année 1902, 23.026 morts-nés du sexe masculin, contre 17.192 du sexe féminin.

[2] F. Houssay : Le dimorphisme sexuel organique chez les Gallinacés et sa variation avec le régime alimentaire. *C. R. Ac. Sc.*, 12 janvier 1903.

rive J. Noé en comparant, dans un très important Mémoire[1], les sexes chez le Hérisson adulte pris pendant l'été. Là encore, les poumons, le cœur et la rate sont plus lourds chez le mâle que chez la femelle ; au contraire, ce dernier sexe l'emporte pour l'estomac, l'intestin, le pancréas et le foie. Noé conclut de ces données « que l'absorption est plus active chez la femelle, l'élimination chez le mâle ». Mais la seconde partie de cette conclusion ne nous paraît pas absolument conforme avec les faits. En effet, les seuls organes épurateurs qui lui permettent de conclure ainsi, les reins, sont presque égaux dans les deux sexes (13 gr. 97 chez le M., 13,59 chez la F.) ; par contre, le foie, qui est manifestement aussi un organe épurateur, pèse 1 gr. 52 de plus chez la femelle que chez le mâle ; enfin, Noé n'a pas tenu compte des capsules surrénales, destructrices des poisons musculaires, organes que nos recherches nous ont toujours montrés beaucoup plus lourds dans le sexe femelle que dans le sexe mâle.

Des recherches d'analyse chimique que nous poursuivons en ce moment nous montreront, du reste, si les organismes femelles (à l'exception de leurs glandes épuratrices) renferment vraiment moins de poisons que les organismes mâles, comme nos études actuelles tendent à le démontrer.

Il y a deux ans, J. Deschamps, analysant le phénomène de l'auto-intoxication[2], avait montré théoriquement que la nutrition est limitée par l'inanition ou par l'auto-intoxication. Le calcul lui avait permis de construire une courbe de la nutrition, comprise entre deux asymptotes parallèles et possédant un point d'inflexion à mi-hauteur, entre les deux asymptotes.

Houssay arrive, par l'expérience[3], aux mêmes conclusions que Deschamps, en pesant régulièrement une couvée de poulets en bon état de santé. Comme Deschamps, il voit que toutes ses courbes possèdent un point d'inflexion principal. Chez les mâles, ce point est au cent-dixième jour ; pour les femelles, il est au quatre-vingt-dixième jour ; chez ces dernières, la courbe, après s'être infléchie, se redresse au cent-quarante-cinquième jour.

Houssay dit que ses courbes sont comparables à celles de Budin, relatives à la croissance des jeunes enfants, et qu'elles rappellent également les graphiques plus récents de Mühlmann qui sont construits avec des moyennes ; ces derniers s'étendent, pour l'homme, de la naissance à quatre-vingt-dix ans ; cependant, l'inflexion est ici plus précoce que chez les oiseaux.

Houssay pense que le relèvement du poids qui se constate chez les poules, à partir du cent-quarante-cinquième jour, traduit la préparation de la ponte. Cela nous paraît certain ; mais il ne suffit pas, pour expliquer ce phénomène, de dire avec Houssay que la ponte est une différenciation étendue pouvant influer sur le poids. Si ce dernier se relève, si la nutrition devient meilleure quand l'ovaire commence à expulser ses œufs, c'est parce que l'ovaire fonctionne alors plus énergiquement comme glande épuratrice de l'organisme. C'est là une fonction générale des glandes génitales que nous croyons avoir démontrée complètement, à la Faculté des Sciences de Paris, dans notre cours libre d'Embryologie (1902-1903)[1].

Quoi qu'il en soit, de toutes ces recherches se dégage cette notion que l'auto-intoxication est non seulement imminente, comme le dit Bouchard, mais qu'elle est permanente et comme une condition même de la vie. « C'est elle qui, avec la pesanteur et plus que celle-ci sans doute, limite leur croissance (des métazoaires) ; elle doit être comptée comme une cause primordiale toujours présente, non seulement pour les états pathologiques, mais pour tous les phénomènes physiologiques et morphologiques ». (Houssay, *loc. cit.*). Chez les Protozoaires, Loisel[2], à la suite d'expériences et de considérations théoriques sur lesquelles nous ne pouvons nous arrêter ici, admet également que l'auto-intoxication est un facteur normal de l'évolution, conduisant à la sénescence et pouvant déterminer le phénomène de la conjugaison.

Dans ces dernières années, les notions de Mécanique, introduites en Biologie par Marey et par Ch. Richet surtout, sont venues nous faire connaître d'autres facteurs agissant dans l'arrêt de croissance qui limite la taille chez les animaux. Ce sont ces notions nouvelles que nous trouvons présentées, d'une façon toute originale, dans un Mémoire de Chudeau[3].

Par des considérations mathématiques, tirées elles-mêmes de la pesanteur, Chudeau montre que,

[1] J. Noé : Recherches sur la vie oscillante. Essai de biodynamique. *Thèse Fac. méd.* Paris, 1903 p. 181.

[2] J.-J. Deschamps : Étude analytique du phénomène de l'auto-intoxication. *Bulletin de la Société des gens de sciences*, 15 janvier 1902, avec une figure (cité par Houssay).

[3] F. Houssay : Croissance et auto-intoxication. *C. R. Ac. Sc.*, 1902, t. CXXXIV, p. 1233, avec une figure.

[1] Il est bon de faire remarquer que nous donnons au mot épuration un sens beaucoup plus large que celui qui est attribué au mot excrétion. Les fonctions d'épuration comprennent dans notre idée : 1° la meilleure utilisation des réserves qui, accumulées en trop grande quantité, finissent par nuire à l'organisme ; 2° la destruction ou la transformation de substances directement nuisibles ; 3° la meilleure utilisation secondaire de ces substances transformées ; 4° le rejet (excrétion) des substances non utilisées.

[2] G. Loisel : Sur la Sénescence et sur la Conjugaison des Protozoaires. *Zoolog. Anz.*, 1903, t. XXVI, p. 484-495.

[3] René Chudeau : Sur les tailles maxima de quelques animaux. *Trav. de la Station zool. de Wimereux*, t. IX, Miscellanées biolog., dédiées au Professeur Giard, p. 100-113.

pour chaque type, il y a un maximum de taille et que les animaux qui approchent de ce maximum sont dans un état d'infériorité.

Les lois de la Géométrie et de la Mécanique nous apprennent que, si la surface d'un corps croît comme les carrés, le volume de ce corps augmente comme les cubes. Dans ces conditions, la pesanteur et la nutrition doivent imposer à chaque type animal un poids maximum. En effet, la force d'un muscle est proportionnelle à la section droite de ce muscle et non à sa longueur; or, cette section, étant une surface, croît comme les carrés, c'est-à-dire plus lentement que le volume du corps lui-même. L'assimilation continuant, il doit donc arriver un moment où le poids du corps n'est plus en harmonie avec la force musculaire.

« Tout animal voisin du maximum de poids compatible avec sa forme est, par cela même, dans un état d'infériorité », continue Chudeau. En effet, cet animal se déplace plus difficilement, trouve moins aisément la nourriture dont il a cependant un besoin plus pressant; par conséquent, la nutrition devient plus difficile, la croissance diminue peu à peu et finit par s'arrêter complètement.

Une autre conclusion qui s'impose, dirons-nous avec Chudeau et Giard[1], c'est que plus l'animal grandit, plus les conditions de l'existence sont mauvaises pour lui. Ceci explique, en passant, la disparition des grandes espèces, disparition qui a commencé à la fin de l'ère secondaire et qui se continue encore de nos jours.

§ 3. — Croissance de l'utérus et de l'ovaire chez la femme

L'ouvrage de H. Bayer, dont nous parlons à la fin de cette Revue, se termine par l'étude de l'appareil sexuel de la petite fille à la naissance, et par les modifications post-fœtales qu'il présente jusqu'au moment de la puberté. C'est là, sans aucun doute, le chapitre le plus nouveau et le plus intéressant du livre.

Suivant pas à pas la croissance de l'utérus et de l'ovaire pendant toute cette période, Bayer nous montre un rythme particulier dans l'activité de croissance de ces organes. Du quatrième mois de la conception au neuvième, l'utérus croît d'une façon continue; puis, après la naissance, il subit une sorte de régression qui le fait redescendre, en trois ans, au volume d'un utérus de fœtus de six mois. La croissance de l'utérus ne reprend sa marche ascendante qu'à partir de la quatrième année, marche d'abord très lente, puis qui s'accentue à partir de la neuvième année et se poursuit très énergiquement après la douzième.

Bayer a vu que la croissance des ovaires présente des alternatives de progression et de régression à peu près parallèles à celles de l'utérus; cependant, l'arrêt et la régression qui suivent la naissance sont beaucoup moins accentués ici que dans l'utérus. Peut-être y a-t-il déjà, entre l'ovaire et l'utérus, des corrélations semblables à celles qui ont été signalées récemment entre les corps jaunes et l'utérus gravide.

Il est regrettable, à ce point de vue, que Bayer n'ait point recherché quel était, pendant ces périodes, l'état des sécrétions chimiques de l'ovaire Il est probable qu'il aurait trouvé, dans ces dernières, une périodicité analogue à celle que nous avons signalée dans le testicule des oiseaux, pour une fonction semblable.

§ 4. — Croissance du corps au moment de la puberté.

Un médecin militaire français, Paul Godin, vient d'apporter une contribution très intéressante sur la croissance et le développement du corps au moment de la puberté[1].

Il a pu étudier et suivre pas à pas, en effet, de l'âge de treize ans et demi à celui de dix-sept ans et demi, cent pupilles bien constitués. Cette période est particulièrement intéressante pour nous, puisqu'elle englobe la phase pubère (qui apparaît ici à l'âge de seize ans), et embrasse, en outre, l'année et demie qui la précède et l'année et demie qui la suit.

Les poils pubiens sont les premiers caractères sexuels secondaires qui apparaissent chez l'Homme; l'enfant a alors en moyenne quatorze ans et demi. Six mois après, ces poils sont devenus plus nombreux et la voix a pris des raucités qu'elle n'avait pas auparavant. A quinze ans et demi, c'est-à-dire un an après le début de la pousse pubienne, on découvre un léger duvet dans les deux aisselles ou dans l'une des deux seulement. En ce qui concerne la mue de la voix, Paul Godin montre seulement que ce phénomène ne peut être considéré que comme simple modification de l'état antérieur. A la même époque et corrélativement à cette mue, le cou grossit de 5 centimètres.

Vers l'âge de quinze à seize ans, on voit des changements de coloration se produire dans les cheveux et dans les yeux. Pour les cheveux, le changement consiste seulement en un foncement de la coloration primitive (de celle de treize ans); ceci, du reste, ne se produit que chez 28 adolescents sur 100. C'est l'inverse qui se produit le plus

[1] A. Giard : Facteurs primaires de l'évolution. *Cours professé à la Sorbonne, rédigé par Gustave Loisel.* Paris, 1903, p. I-XVI et 1-79 (p. 74).

[1] Paul Godin : *Recherches anthropométriques sur la croissance des diverses parties du corps.* A. Maloine, 1903, 212 p., avec 1 pl.

souvent pour la teinte de l'iris. Cette coloration devient plus claire chez 45 %, tandis qu'elle devient plus foncée chez 18 % seulement.

Comme pour les cheveux, le changement de coloration des yeux signale la puberté, tantôt par réduction à une couleur unique, ce qui est très saisissant quand l'iris présentait au préalable une coloration complexe, tantôt par modification de la couleur précédente.

Pendant tout ce temps, le volume des organes génitaux ne se modifie qu'exceptionnellement; Godin n'a constaté leur augmentation qu'aux environs de l'âge de dix-sept ans. Comme de raison, les moyens dont disposait ici l'auteur n'ont pu lui donner que des résultats tout à fait superficiels et dont on ne peut tirer aucune conclusion. En effet, ce que nous savons du développement des testicules, chez les Vertébrés supérieurs, permet de penser que ces organes étaient en activité glandulaire depuis longtemps déjà.

Les augmentations du poids et de la taille sont les phénomènes les plus frappants qui caractérisent la puberté; c'est à cela surtout que Godin a consacré la plus grande partie de ses recherches. Pour la taille, il est tout d'abord très remarquable que son accroissement bien connu se fait surtout pendant la période qui précède immédiatement la puberté véritable, c'est-à dire vers l'âge de quinze ans et demi.

Godin se rencontre là avec la majorité des anthropologistes; seul, Pagliani (cité par Godin) fait coïncider la période de croissance la plus active avec la période pubertaire, en ce qui concerne la taille tout spécialement.

Au moment de la puberté, la croissance de la taille éprouve donc un amoindrissement notable, lequel ne représente pas, cependant, un minimum. L'activité de croissance reprend quelque temps après, vers l'âge de seize ans, pour s'affaisser à partir de dix-sept ans.

En somme, les chiffres de Godin, que l'auteur aurait dû traduire par des graphiques plus frappants, nous montrent que la croissance de la taille se fait suivant un rythme dont les périodes ont pu être mesurées par l'auteur; ces périodes seraient représentées par un écart de 11 millimètres entre les divers accroissements. « En ajoutant 11 millimètres aux 46 millimètres acquis de treize ans et demi à quatorze ans et demi, on obtient 57 qui représente l'augmentation en hauteur entre quatorze ans et demi et quinze ans et demi. Si de ce nombre on retranche 11 millimètres, on trouve 46, accroissement réalisé depuis quinze ans et demi jusqu'à seize ans et demi. Diminué à son tour de 11 millimètres, il nous donne encore le dernier accroissement qu'il nous ait été permis de suivre sur la série de 100, à savoir 35 millimètres, longueur dont s'augmente la taille pendant l'année qui s'étend entre seize ans et demi et dix-sept ans et demi » (p. 73).

La croissance du corps en poids se fait par un mouvement rythmique comparable à celui de la taille. Mais ce que ne fait pas assez remarquer Godin et ce qui ressort nettement cependant de la comparaison de ses chiffres, c'est que ces deux rythmes : taille et poids, vont en alternant régulièrement entre eux; à une augmentation dans l'activité de croissance de la taille, correspond toujours une diminution dans l'activité de croissance du poids.

Si Pagliani paraît s'être trompé pour la taille, il avait vu vrai ici, et Bowditch (cité par Godin) s'était justement rencontré avec lui pour montrer que le principal accroissement du poids des individus se fait à l'heure de la puberté; c'est également, du reste, ce que dit nettement Godin : « Le poids réalise son principal accroissement au moment de la puberté, et cette augmentation dure autant que la période pubertaire elle-même ». Mais il est important de remarquer également qu'à la période prépubertaire correspond un affaissement dans l'activité de croissance du poids; de treize ans et demi à quatorze ans et demi, le poids du centimètre de taille de l'enfant avait augmenté de 11 à 12 grammes par semestre; dans le semestre suivant, alors que l'enfant grandissait énormément, l'accroissement du poids de son centimètre de taille n'était plus que de 7 grammes; c'est à partir de ce moment que la puberté réelle va se manifester, et alors on voit le même poids aller en augmentant de 16, 14 et 13 grammes pendant les trois semestres suivants.

De même, Mlle M. Stefanowska, en étudiant la croissance en poids de deux souris blanches (un mâle et une femelle)[1], trouve également que l'établissement de la puberté, qui a lieu du quarante-cinquième au soixante-septième jour, est caractérisé par une grande irrégularité dans la croissance des deux individus. « Dès le début de cette période, dit-elle, nous voyons une inflexion considérable, suivie bientôt par une rapide ascension, à laquelle succède une phase d'arrêt dans la croissance. »

De ces données, peut-on tirer des conclusions générales sur l'état de la nutrition de l'individu, pendant cette période si importante de la vie? Peut-on dire, par exemple, que les poussées de la taille correspondent à des crises maladives, traduites nettement ici par des ralentissements dans la croissance du poids? Cela semble possible si l'on se rappelle les

[1] M. Stefanowska : Sur la croissance en poids de la souris blanche. *C. R. Ac. Sc.*, 4 mai 1903, p. 1090.

maladies propres à la croissance que nous ont signalées les médecins. Il faut bien remarquer, cependant, que les mesures anthropométriques nous sont données surtout par le squelette et par le système musculaire, mais ne nous renseignent nullement sur la croissance des viscères, c'est-à-dire des organes principaux de la nutrition. Or, les recherches de Houssay et de Loisel, dont nous avons rendu compte plus haut, nous montrent qu'on se tromperait fortement si l'on concluait de l'un à l'autre.

III. — Recherches nouvelles sur les métamorphoses.

On sait que l'évolution du corps des individus subit une poussée des plus particulières au moment où se développent les organes génitaux; la croissance s'accompagne toujours alors de développement et ce dernier processus est parfois si accentué qu'il conduit à de véritables métamorphoses.

Les nouveaux travaux qui ont paru sur les métamorphoses depuis notre Revue de 1901 viennent encore limiter le rôle de la phagocytose que Metchnikoff et ses élèves présentaient comme un facteur essentiel des phénomènes histolytiques qui accompagnent les métamorphoses.

En 1901, Vaney et Conte, étudiant les métamorphoses de Cercaires urodèles parasites de Mollusques terrestres, avaient constaté des phénomènes d'histolyse sans aucune intervention de phagocytes. La même année, Kellog[1] voyait des phénomènes de phagocytose chez certains Diptères et n'en trouvait aucune trace chez d'autres. Ce sont les mêmes résultats auxquels est arrivé Vaney dans le Mémoire qu'il a consacré récemment à l'étude des larves et des métamorphoses des Diptères[2].

« La phagocytose, conclut-il, n'a pas un rôle prépondérant dans toutes les métamorphoses, car elles peut exister dans beaucoup de celles-ci et elle n'agit que secondairement dans les phénomènes postembryonnaires de certains Diptères ».

Pour Vaney comme pour Kellog, la phagocytose n'a lieu que dans les types où les modifications subies durant la métamorphose sont très importantes; ce sont, en général, les types les plus évolués qui présentent ces phénomènes.

Dans de *Nouvelles observations sur les métamorphoses internes*, J. Anglas[3] reprend quelques points de l'étude histologique des métamorphoses chez les Insectes, étude à laquelle il avait déjà consacré un fort important Mémoire en 1900[1]. Il affirme de nouveau que les leucocytes ne peuvent agir, si même ils agissent, que très faiblement et toujours secondairement à une régression spontanée.

A la même époque, Anglas nous donnait l'état actuel de nos connaissances sur les métamorphoses considérées dans leur ensemble[2]. Dans ce travail, dont une bonne partie renferme des vues originales, Anglas décrit d'abord les phénomènes simples d'histogénèse précédés d'une histolyse nulle ou minime, c'est-à-dire les phénomènes qui doivent être considérés comme une transformation plutôt que comme une métamorphose véritable. Il passe ensuite à l'histolyse, dont il dégage les caractères essentiels, puis à l'histogénèse, qui se fait aux dépens de tissus ayant subi une histolyse; le dernier chapitre est consacré au déterminisme de la métamorphose.

Sur ce dernier point, Ch. Pérez est venu apporter un nouvel essai d'explication des phénomènes de métamorphose.

« Dans le cas particulier des Insectes, dit-il[3], ce qui tue les organes larvaires, c'est le développement brusque des ailes et des pattes, des organes génitaux et des appendices copulateurs, de tout ce qui constitue l'image sexuée. On peut penser que tous ces développements simultanés sont, dès l'origine, coordonnés, et que l'un deux peut être considéré comme déterminant tous les autres. Il m'a paru qu'on pouvait rattacher les formes adaptatives aberrantes des larves d'Insectes à une inhibition du développement des organes sexuels corrélative d'une nutrition facile et surabondante; il me paraît de même que l'on peut rattacher la réapparition des caractères typiques de l'Insecte dans l'imago, réapparition qui concourt à la métamorphose, au développement tardif et rapide des organes génitaux ».

La métamorphose serait donc une « crise de maturité génitale »; mais Pérez fait remarquer qu'il ne faut pas entendre par là la maturation histologique, c'est-à-dire ce processus particulier qui conduit les éléments sexuels à l'état où ils sont aptes à se conjuger; « le fait auquel j'ai attribué l'importance essentielle, conclut-il, c'est la prolifération des gonades ».

Perez trouve un ardent défenseur de son idée dans Le Dantec[4], qui demande seulement à remplacer

[1] Kellog : Phagocytose in the postembryonic developpement of the Diptera. *Americ Nat.*, 1901, 362-368.

[2] C. Vaney : Contributions à l'étude des larves et des métamorphoses des Diptères. *Ann. de l'Univ. de Lyon*, 1902, p. 1-171 avec 4 pl.

[3] *Arch. d'Anat. micr.*, 1902-1903, t. V, p. 78-121, avec 1 pl.

[1] Voir notre Revue annuelle de 1901.

[2] J. Anglas : Les phénomènes des métamorphoses internes, p. 1-84 et 16 fig. Collection *Scientia*, série biologique, 1902. Naud, Paris.

[3] Ch. Pérez : Contribution à l'étude des métamorphoses. *Bull. scient. de la France et de la Belgique*, 1903, t. XXVII, 195-427, avec 30 fig. et 3 pl. (p. 404).

[4] F. Le Dantec : *L'unité dans l'être vivant; Essai d'une biologie chimique*, Alcan. 1902, p. 221.

l'expression de *maturité génitale* par celle, plus générale, de maturité *sexuelle*. Quand Le Dantec écrivit à ce propos : « Cette idée n'était encore jamais venue à personne », il ignorait que Lamarck l'avait déjà formulée explicitement en 1816; mais il est juste de dire que Pérez ignorait aussi[1] le passage où son illustre devancier avait traité des causes des métamorphoses des Insectes.

Th. Lacordaire[2] combattit en son temps la théorie de Lamarck et, de même aujourd'hui, dès le moment où cette théorie, renouvelée par Perez[3], réapparut en note préliminaire, elle fut combattue vivement par d'autres biologistes, tels que Bataillon[4] et Giard[5].

Dans son nouveau Mémoire (*loc. cit.*, p. 406), Pérez répond à quelques-unes des objections qu'on lui a faites. C'est d'abord le cas des neutres chez les Hyménoptères sociaux, qui présentent une véritable métamorphose et qui, cependant, n'ont, dit-on, ni crise, ni maturité génitale. Mais Pérez fait justement remarquer que, chez ces individus, il y a toujours, pendant la nymphose, un début de développement d'organes génitaux ; pendant toute la vie de ces individus, on trouve même des ovaires rudimentaires qui, ajouterons-nous, peuvent former des sécrétions internes, s'ils ne forment pas de véritables ovules.

Une autre objection est celle venant d'expériences dans lesquelles la disparition plus ou moins complète des organes génitaux n'empêche pas la métamorphose de s'opérer. Ces expériences ont été faites, soit directement sur des chenilles, par exemple (Oudemans), soit indirectement dans les cas de castration parasitaire. Ces objections ne sont pas encore sans réplique ; mais, par contre, il est nombre d'Insectes chez lesquels l'ovaire fonctionne avant que l'évolution complète de l'animal soit terminée (individus progénétiques).

Enfin, Giard fait remarquer que des phénomènes métaboliques aussi étendus que ceux qu'on connaît dans le stade *Cypris* (*pupastage*) des Cirrhipèdes, ou dans les larves *Cyphonautes* des Bryozaires du genre *Membranipora*, n'ont aucun rapport immédiat avec les poussées génitales, qu'ils précèdent de beaucoup.

Ce sont là, évidemment, dans ces derniers faits, des objections très sérieuses à la théorie gonadiale, objections auxquelles Pérez ne répond pas et ne peut répondre suffisamment.

Cependant, de tous les faits qui parlent pour ou contre la théorie de Pérez, il doit pouvoir se dégager une notion générale. Cette notion est, nous semble-t-il, que les phénomènes des métamorphoses et de la sexualité sont, les uns et les autres, sous la dépendance d'un même ensemble de causes d'ordre beaucoup plus général, appartenant probablement aux processus d'auto-intoxication et d'excrétion ; les corrélations qui existent parfois très nettement entre les deux ordres de phénomènes indiquent, sans doute, une relation de cause à effet, ayant agi secondairement; mais ce n'est pas dans la *prolifération des gonades*, croyons-nous, qu'il faut aller chercher l'explication de cette relation : c'est dans les sécrétions internes des glandes génitales.

Dans une seconde partie, nous passerons spécialement en revue les recherches récentes sur la formation, la structure et le développement de l'œuf.

Dr Gustave Loisel,
Préparateur d'Embryologie à la Faculté des Sciences de Paris.

[1] Ch. Pérez : Les idées de Lamarck sur les causes de la métamorphose chez les Insectes. *C. R. Soc. Biol.*, 27 déc. 1902, p. 1528.

[2] Cité par Giard : Les idées de Lamarck sur la métamorphose. *C. R. Soc. Biol.*, 10 janv. 1903, p. 8.

[3] Ch. Pérez : Sur la métamorphose des Insectes. *Bull. Soc. Entom. de France*, déc. 1899, n° 20, p. 398.

[4] Bataillon : La théorie des métamorphoses de M. Ch. Pérez. *Bull. de la Soc. Entom.*, 1900, n° 3, p. 58-62.

[5] Giard : La métamorphose est-elle une crise de maturité génitale. *Bull. de la Soc. Entom.*, 14 fév. 1900. — Id. : Sur le déterminisme de la métamorphose, *C. R. de la Soc. de Biol.*, 16 fév. 1900, t. LII. p. 131.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Fouët (Ed.-A.), *Professeur à l'Institut catholique de Paris.* — **Leçons élémentaires sur la Théorie des Fonctions analytiques.** *Première partie.* — 1 *vol. gr. in-8° de* 330 *pages avec* 35 *figures.* (*Prix* : 7 *fr.* 50.) *Gauthier-Villars, éditeur. Paris*, 1903.

La première partie des *Leçons élémentaires sur la Théorie des Fonctions analytiques* donne déjà une idée suffisamment nette du caractère général de l'ouvrage que vient d'entreprendre M. Fouët. Il s'agit d'un traité élémentaire qui peut être mis entre les mains des étudiants dès qu'ils possèdent les bases du Calcul différentiel et intégral, et nous ne doutons pas que l'ouvrage complet ne constitue pour eux un excellent guide à travers les divers domaines de la Théorie des Fonctions analytiques. Ce guide leur sera précieux, non seulement par les notions fondamentales qui s'y trouvent réunies, mais aussi par les renseignements historiques et bibliographiques dont l'auteur a eu soin d'accompagner ces premiers principes.

Le fascicule paru comprend l'Introduction et le Livre I. Dans l'*Introduction*, l'auteur a groupé les principales notions et dénominations concernant les fonctions en général, la théorie des ensembles, les types de fonctions et les fonctions analytiques.

Le *Livre I*, divisé en cinq chapitres, a pour objet l'étude des *méthodes générales de définition et de représentation des fonctions*. L'auteur y étudie successivement les fonctions algébriques, les fonctions définies par des séries ou des produits infinis, les fonctions définies par des intégrales, et enfin le prolongement analytique d'après Weierstrass.

Le premier chapitre est consacré aux éléments concernant les *fonctions algébriques* et les surfaces de Riemann. Dans le suivant se trouve présenté le mode de *définition des fonctions par les séries*; l'auteur fait d'abord une étude générale des séries et des produits convergents; puis il examine quelques séries classiques, entre autres la série exponentielle, les fonctions trigonométriques, la fonction eulérienne et la série hypergéométrique.

Procédant d'une manière analogue pour les *fonctions définies par des séries multiples* (chap. III), M. Fouët étudie d'abord les séries multiples en général, puis les applications aux transcendantes d'ordre supérieur. Comme exemples, on trouve les fonctions σ, ζ, p de Weierstrass et les fonctions thêta de Jacobi.

Le chapitre consacré à la *définition des fonctions par des intégrales* débute par un exposé de la notion d'intégrale; puis viennent les notions essentielles relatives aux intégrales de Cauchy. La démonstration du théorème fondamental de Cauchy y est présentée non seulement d'après Cauchy-Riemann, mais aussi d'après la méthode donnée par M. Goursat et qui a l'avantage de ne pas exiger d'hypothèse relative à la continuité de la dérivée. L'auteur applique le théorème de Cauchy aux développements de Taylor, et en donne quelques exemples.

Le dernier chapitre du Livre I a pour objet l'étude du *prolongement analytique d'après Weierstrass*, en tenant compte des travaux récents de MM. Picard, Poincaré, Borel, Fabry, Hadamard, Mittag-Leffler et d'autres.

H. Fehr,
Professeur à l'Université de Genève.

Gruet (Ch.), *Ingénieur-électricien.* — **Moteurs pour dynamos.** — 1 *vol. in-12 de* 386 *pages avec* 167 *figures.* (*Prix relié* : 7 *fr.* 50). *Ch. Béranger, éditeur. Paris et Liège*, 1903.

M. Gruet s'est proposé de résumer les renseignements théoriques et pratiques que doivent connaître sur un moteur les contremaîtres et monteurs électriciens chargés d'associer ce moteur avec la dynamo qu'il est destiné à actionner. Et, comme il peut appartenir à l'une quelconque des trois grandes classes de moteurs à vapeur, à eau ou à mélange carburé, il fait défiler devant le lecteur tous ces types, se bornant — car il ne veut et ne peut, dans le cadre qu'il a choisi, faire œuvre d'encyclopédiste — à n'en décrire que quelques représentants, d'ailleurs judicieusement choisis.

Dans la partie consacrée aux moteurs à vapeur, après avoir parlé des machines classiques et des moteurs rapides mieux appropriés aux dynamos, il passe aux turbo-moteurs, si séduisants pour l'usage électrique par leur simplicité, leur facilité d'entretien, leur allure silencieuse, leur bon équilibrage, qui les fait se contenter de fondations légères, la compacité du groupe électrogène qu'ils forment avec la dynamo, l'accouplement direct qu'ils permettent avec cette dernière, tout au moins quand il s'agit de la turbine à vapeur Parsons, dont le nombre de tours peut varier de 1.100 à 3.500 par minute. Malheureusement, le turbo-moteur n'est économique que pour les grandes puissances, d'une centaine de chevaux au minimum.

La seconde partie traite des turbines et de la création et de l'utilisation des chutes d'eau.

La troisième, consacrée aux moteurs à gaz et à pétrole, commence par étudier les différents combustibles que ces moteurs peuvent employer : gaz d'éclairage, gaz à l'eau, gaz pauvre, gaz de bois (les procédés fort variés par lesquels on prépare ces trois derniers sont groupés et décrits de façon intéressante), gaz de haut-fourneau, air carburé par le pétrole lampant, l'essence de pétrole, l'alcool. Rappelant les efforts que l'on fait actuellement pour substituer ce dernier au pétrole importé, M. Gruet semble compter sur la production économique de l'alcool par la distillation du vin : nous ne croyons pas que cette perspective soit du goût des viticulteurs, qui, assez justement, ne voient dans l'emploi comme agent moteur de l'alcool industriel que le moyen de débarrasser de concurrents encombrants le marché de leur alcool de vin.

Avant de passer à la description des moteurs eux-mêmes, M. Gruet montre comment on peut mesurer leur puissance. Pour la mesure de la puissance indiquée, il renvoie à ce qu'il a déjà dit à propos de la machine à vapeur. Mais ce n'est plus l'indicateur de Watt ordinaire qui peut être employé, à cause des variations incessantes que présente l'effort moteur donné par l'explosion du mélange; quelques renseignements sur les modifications apportées à l'appareil classique, notamment par M. Mathot, auraient utilement trouvé place à cet endroit.

Les moteurs à pétrole lampant sont plus souvent employés que les moteurs à essence, à cause du prix moins élevé du combustible. Ces derniers, avec l'allure rapide qui leur est normale, sont pourtant bien commodes pour actionner directement une dynamo.

M. Gruet décrit le groupe électrogène de Dion-Bouton : le régulateur électrique du moteur assure de façon très élégante ce réglage, qu'ont dû réaliser tous les constructeurs qui ont voulu approprier leur moteur à l'usage électrique.

Peut-être reprocherions-nous à l'auteur de n'avoir pas déterminé une fois pour toutes les qualités que la commande d'une dynamo demande à un moteur et de n'avoir pas montré, à propos de chaque moteur, comment il satisfait à ces conditions.

Mais nous nous plaisons à reconnaître qu'il a bien rempli le but qu'il s'était assigné. L'ingénieur, de son côté, trouvera dans son ouvrage des renseignements pratiques intéressants. GÉRARD LAVERGNE,
Ingénieur civil des Mines.

2° Sciences physiques

Gleichen (A.), *Professeur au Gymnase réal de l'Empereur Guillaume à Berlin.* — **Lehrbuch der Geometrischen Optik.** — 1 *vol. in-8° de* 511 *pages avec* 251 *figures. B. G. Teubner, éditeur, Leipzig et Berlin.* 1903.

Ce livre très intéressant se recommande particulièrement par le grand nombre de renseignements qu'il contient sur des points généralement négligés dans les traités d'Optique. Il peut être considéré comme se divisant en deux parties, l'une générale, l'autre d'applications.

Nous y trouvons d'abord un exposé rapide des lois de la réflexion et de la réfraction, des principes fondamentaux de la formation des images et de leur distinction en images réelles et virtuelles. L'auteur montre comment ces images doivent être conçues dans la propagation de la lumière par ondes, et comment la netteté des images est altérée du fait de l'astigmatisme.

Puis vient l'étude de la réflexion et de la réfraction par les surfaces planes, le prisme, les combinaisons de prismes, en supposant la lumière homogène. La formation des images et les effets d'astigmatisme sont examinés en détail.

Les miroirs courbes et les dioptres sont l'objet d'une étude analogue; les aberrations diverses et la courbure des images sont traitées avec le plus grand soin.

La théorie des lentilles et des systèmes centrés est l'objet de développements très complets. Cette partie très importante se termine par l'examen des conditions permettant de réduire les aberrations, en particulier pour ramener l'image fournie par une lentille ou un système de lentilles à la forme plane et pour lui conserver une apparence semblable à celle de l'objet.

Cette partie du livre se termine par un chapitre sur la dispersion et par l'exposé des lois de la photométrie ainsi que des pertes de lumière par absorption et par réflexion.

Les applications des principes de l'Optique commencent par la description de l'œil humain, de l'accommodation, des amétropies et de leur correction. Ces questions sont traitées un peu trop rapidement, mais l'on ne peut guère s'attendre à de longs développements à leur sujet dans un ouvrage général sur l'Optique. Les diverses lunettes et les télescopes variés sont étudiés d'une façon beaucoup plus complète. Chaque partie de l'instrument est examinée à part et accompagnée de nombreux renseignements numériques très précieux, de tableaux, formules et méthodes des différents auteurs.

Enfin viennent deux chapitres extrêmement importants, l'un sur les loupes et les microscopes, l'autre sur les objectifs photographiques. Le premier d'entre eux renferme déjà un grand nombre de détails très difficiles à trouver ailleurs sur les qualités des loupes et des objectifs microscopiques, sur le grossissement, le rôle de l'ouverture numérique, l'influence du couvre-objet, les effets de l'immersion, le condensateur, etc. Chacune de ces études est accompagnée de données numériques intéressantes. Mais c'est surtout le chapitre relatif à l'objectif photographique qui a pris une grande extension : pour dire ce qu'il contient, il n'y aurait qu'à énumérer toutes les questions ayant rapport à cet instrument.

Le livre se termine par la description des spectroscopes, photomètres et spectrophotomètres.

Cet ouvrage rendra les plus grands services à ceux qui s'intéressent aux applications de l'Optique et surtout aux physiciens qui désirent se rendre un compte précis des qualités des divers instruments basés sur des systèmes centrés. Dr G. WEISS,
Ingénieur des Ponts et Chaussées.

Holbling (V.), *Commissaire supérieur de l'Office des brevets et Professeur honoraire au Muséum technologique de Vienne (Autriche).* — **Traité de la Fabrication des Matières de Blanchiment.** *Ouvrage traduit de l'allemand par le* Dr L. GAUTIER). — *Un volume grand in-8° de* 343 *pages avec* 240 *figures.* (*Prix* : 15 *fr.*) *Ch. Béranger, éditeur. Paris,* 1903.

Les produits employés dans le blanchiment deviennent chaque jour plus nombreux et se font une concurrence de plus en plus vive. Au chlore et à ses dérivés, à l'acide sulfureux, sont venus se joindre un certain nombre de produits dont l'importance s'accroît régulièrement; aussi l'auteur a-t-il cru devoir réunir en un Traité les procédés de fabrication de ces différents produits.

Le traducteur a ajouté à l'ouvrage le mode d'emploi du permanganate de potassium et de l'eau oxygénée. Il est regrettable qu'il n'ait pas étendu cette addition aux autres produits. En effet, ce qui intéresse la majorité des lecteurs, c'est surtout la façon d'utiliser les produits de blanchiment et la fabrication de ces produits d'ordre secondaire. Or, les deux tiers de l'ouvrage sont consacrés à la production industrielle du chlore et de ses dérivés.

L'auteur s'étend assez longuement sur la préparation électrolytique des liqueurs de blanchiment. Il classe, avec juste raison, l'appareil Hermite comme historique, mais oublie l'électrolyseur Corbin, utilisé dans plusieurs importantes usines de blanchiment de textiles ou pâte de bois et qui peut rivaliser avec l'appareil Kellner.

Les chapitres suivants sont consacrés à la fabrication de l'ozone, de l'eau oxygénée, du bioxyde de sodium, des persulfates et percarbonates, des permanganates et finalement de l'anhydride sulfureux. Il était intéressant de réunir dans un Traité spécial la fabrication de ces produits concourant au même but. Un certain nombre sont d'origine très récente et montrent le parti que l'on pourra tirer de l'Electrochimie dans un temps très rapproché.

Comme nous l'avons fait remarquer, l'ouvrage eût été beaucoup plus instructif si l'auteur avait indiqué le mode d'utilisation des différents produits, au lieu des nombreuses descriptions de brevets, exposées pour la plupart sans aucune discussion, et qui, en général, ne donnent qu'une idée très mauvaise et plus ou moins inexacte des procédés véritablement employés. C'est malheureusement une critique qui s'adresse à beaucoup de Traités de Chimie industrielle et surtout aux Traités d'Electrochimie. ANDRÉ BROCHET,
Docteur ès sciences.

Aso (Dr K.), *Professeur à l'Institut agricole de l'Université de Tokio,* et **Pozzi-Escot** (Emm.). — **Introduction à l'étude de la Chimie végétale et agricole.** — 1 *vol. de* 200 *pages.* (*Prix* : 4 *fr.*) *F. R. de Rudeval, éditeur,* 4, *rue Antoine-Dubois, Paris,* 1903.

Ce volume a eu comme origine les leçons de Chimie agricole professées à l'Université impériale de Tokio par le Professeur O. Lœw, recueillies, puis résumées par le Professeur Aso, son assistant. A la demande de ces deux savants, M. Pozzi-Escot a bien voulu se charger de présenter ces résumés au public français, après les avoir complètement remaniés et considérablement modifiés.

Nous regrettons, dans cet ouvrage, l'existence de fautes d'impression et de négligences typographiques trop fréquentes, une partie bibliographique un peu tronquée, enfin quelque manque de cohésion dans

certaines parties; mais, ces réserves une fois faites, empressons-nous de dire que le livre présente cependant une réelle valeur; il répond à son titre et constitue bien une « introduction » à l'étude de la Chimie végétale. Certaines théories sont exposées d'une façon assez originale. Débutant par quelques notions d'histologie végétale et par une étude assez détaillée des albuminoïdes et des diastases, ce volume continue par divers chapitres consacrés au protoplasma, à l'activité chimique de la cellule, à la respiration végétale, à l'assimilation, aux transformations et migrations des substances végétales; les auteurs terminent par un exposé des principes généraux de l'analyse végétale, et par des généralités sur la pathologie végétale et les bactéries utiles en agriculture.

En résumé, malgré quelques défauts de forme auxquels il sera facile de remédier, l'ouvrage de MM. Aso et Pozzi-Escot mérite d'être signalé à ceux qui sont appelés à faire de la Physiologie végétale et de la Chimie agricole l'objet de leurs études. A. Hébert.

3° Sciences naturelles

Transvaal Chamber of Mines. — Thirteenth annual Report for the year 1902. — 1 *vol. de* 512 *p. et volume de diagrammes. Argus Printing C°. Johannesbourg*, 1903.

Transvaal Mines Department. — Yearly Report of the Government mining Engineer for the year ending June 30 th. 1902. — 1 *vol. in-4° de* 41 *p. avec tables et planches. Government Printing Works. Pretoria*, 1903.

Chaque année voit paraître deux volumineux Rapports sur l'industrie minière du Transvaal, publiés: l'un par la Chambre des Mines, qui est une association privée; l'autre par le Gouvernement, jadis boër, aujourd'hui anglais. De ces deux Rapports, le premier surtout constitue un véritable monument statistique élevé à l'exploitation aurifère; il n'est peut-être pas, en effet, une autre industrie dans le monde qui puisse et veuille étaler aussi complètement tous ses résultats au grand jour. Le caractère très spécial de celle-ci, où il ne peut y avoir de concurrence pour la vente d'un produit qui est l'or, a permis des publications très détaillées, intéressantes non seulement pour ceux qui s'occupent spécialement du Transvaal, mais pour tous ceux qui veulent extraire de l'or quelque part au monde. Je citerai toute une série de tableaux concernant les plans d'usines modèles pour le traitement de l'or, les diagrammes donnant la comparaison entre le Transvaal et divers autres pays pour les salaires, le prix de la nourriture, celui des matières premières, des explosifs, les frais de transport du charbon, les frais d'existence d'une famille de mineurs, etc.

Ce treizième Rapport, concernant la première année d'exploitation après la guerre anglo-boër, met bien en évidence (planche 18) le dommage profond causé à cette magnifique industrie par un acte de piraterie, qu'on avait prétendu d'abord accompli à l'avantage des actionnaires, l'accroissement des frais et des impôts, la diminution des bénéfices. Il y apparaît, notamment, que les frais ont passé, entre 1898 et 1902, de 23 shellings 10 à 25 sh. 8 et les bénéfices de 21 sh. 1 à 17 sh. 4. On sait que, jusqu'ici, cette dépréciation n'a fait que continuer à s'aggraver. Le tableau 11, qui donne les pertes résultant des hostilités mêmes, en forme le complément naturel. L. de Launay,
Ingénieur en chef des Mines.

Kieffer (J. J.), *Membre de la Société entomologique de France.* — **Monographie des Cynipides d'Europe et d'Algérie.** *Tome II*, 1er *fascicule.* — 1 *vol. in-8° de* 288 *pages avec* 9 *planches.* (*Prix :* 16 *fr.*) *Hermann, éditeurs*, 6-12, *rue de la Sorbonne. Paris*, 1903.

Le second volume de cette excellente monographie des Cynipides a suivi de près le premier (voir analyse dans *Revue générale des Sciences*, 14e année, n° 2, p. 104).

Ce fascicule comprend les Cynipides zoophages, c'est-à-dire les tribus des Allotrines, Eucœlines et Figitines. Les Allotrines ou Aphidivores vivent à l'état larvaire dans le corps des Pucerons ou des Coccides; les Pucerons parasités demeurent fixés à la feuille ou à l'écorce après leur mort et prennent une teinte d'un brun noirâtre; l'Allotrine en sort par une ouverture circulaire pratiquée sur le dessus du Puceron. Les Eucœlines sont parasites de larves ou de pupariums de Diptères, plus rarement de larves de petits Coléoptères; de même, les Figitines parasitent des larves de Diptères, de Coléoptères et de Neuroptères. Ce sont des Insectes extrêmement petits, pour la plupart assez mal connus, parmi lesquels M. Kieffer a trouvé beaucoup d'espèces nouvelles. L. Cuénot.
Professeur à l'Université de Nancy.

Fairmaire (L.) *Président honoraire de la Société entomologique de France.* — **Coléoptères** (8e *partie de l'*Histoire naturelle de la France). *Nouvelle édition.* — 1 *vol. in-12 de* 336 *pages avec* 27 *planches en couleurs et* 1 *planche en noir.* (*Prix* 6 *fr.* 50.) *Les fils d'Emile Deyrolle, éditeurs. Paris*, 1903.

M. Fairmaire est regardé à bon droit comme le plus éminent des entomologistes français. Après avoir été l'élève des savants remarquables qui, au siècle dernier, suivirent les voies indiquées par Latreille, on l'a vu devenir maître à son tour, et sa longue carrière, son inépuisable activité, son ardeur toujours juvénile lui ont permis d'arriver au premier rang dans la science des Insectes. Depuis longtemps, nul ne lui conteste plus cette place. Entomologiste érudit, M. Fairmaire possède des connaissances sur tous les ordres de la classe; mais ses tendances naturelles l'ont entraîné de bonne heure vers l'étude des Coléoptères, et c'est à ce groupe immense, où les espèces se comptent par centaines de mille, que sont consacrés la plupart de ses travaux. Grâce à un labeur assidu, à une mémoire prodigieuse et à un sens très exact des affinités, il a pu s'orienter dans le dédale des formes de l'ordre et suivre au milieu d'elles un chemin lumineux; son œuvre compte parmi les plus vastes et une surprenante vieillesse lui permet encore de l'accroître chaque jour.

Plus que toute autre science, l'Entomologie présente un abord difficile à cause des espèces innombrables dont se compose le monde des Insectes. C'est pour faire disparaître ces difficultés, ou du moins pour les réduire dans la mesure du possible, que M. Fairmaire a écrit l'Histoire naturelle des Coléoptères de France, dont les fils d'Emile Deyrolle nous offrent une nouvelle édition. En dehors des planches coloriées qui remplacent les figures noires primitives, le nouvel ouvrage ne diffère pas sensiblement de l'ancien; on y retrouve la même clarté d'exposition, le même choix judicieux des espèces, les mêmes tableaux dichotomiques qui conduisent progressivement des familles aux genres; comme dans l'édition ancienne, l'auteur a voulu être simple et éviter l'abus des mots techniques à mine rébarbative; d'ailleurs, un petit nombre de figures excellentes et un vocabulaire donnent la signification précise des termes scientifiques employés.

Avec un pareil ouvrage, les entomologistes pourront aborder avec plaisir et profit l'étude des Coléoptères: d'une plume alerte et concise, M. Fairmaire esquisse en quelques lignes la physionomie et l'habitat des espèces les plus communes. Guidé par ces descriptions et par les figures annexées à l'ouvrage, le jeune naturaliste acquerra bien vite un bagage de connaissances sérieux qui lui permettra de se livrer ultérieurement, soit à des recherches sur les 10.000 Coléoptères qui entrent dans la faune française, soit à des travaux sur telle ou telle famille en particulier. Je ne saurais trop recommander à la jeunesse studieuse l'ouvrage de M. Fairmaire: c'est pour elle que le vénéré naturaliste a semé le meilleur

de son vaste savoir; qu'il en soit récompensé comme il le mérite, je veux dire par une ample moisson d'élèves!

E. L. Bouvier,
Membre de l'Institut.
Professeur au Muséum.

4° Sciences médicales

Labbé (Marcel), *Médecin des Hôpitaux.* — **Le Cytodiagnostic.** (Les méthodes d'examen des sérosités pathologiques et du liquide céphalo-rachidien.) — 1 *vol. in-8° de 96 pages.* (*Prix cartonné : 1 fr. 50.*) *J.-B. Baillère et fils, éditeurs, 19, rue Hautefeuille, Paris,* 1903.

La Médecine au xxe siècle ne peut plus borner à la clinique seule ses moyens d'investigation. Pour le diagnostic des maladies, aussi bien que pour l'établissement du traitement, le médecin sait utiliser les découvertes récentes de la science. Parmi les nouveaux moyens d'investigation, l'examen des sérosités pathologiques à l'aide de l'oroscopie, de la bactérioscopie, de la cytoscopie, a pris ces temps derniers un grand développement. Ces méthodes nouvelles font le sujet du petit volume que publie un de nos jeunes médecins des hôpitaux, M. Marcel Labbé.

L'arsenal instrumental nécessaire pour l'obtention des sérosités pathologiques est des plus simples : une seringue stérilisable, une aiguille suffisamment longue et suffisamment fine. Ces instruments, maniés avec les précautions usuelles d'asepsie, permettent de puiser sans inconvénient dans la plèvre, dans les articulations, dans le péricarde, dans l'espace arachnoïdo-pie-mérien les liquides qu'il s'agit d'examiner.

M. Marcel Labbé indique succinctement la technique à suivre pour l'obtention de ces liquides, les particularités qu'on peut noter à l'œil nu : aspect citrin ou, au contraire, aspect louche, teinte hémorragique ou teinte opalescente, etc. Il nous enseigne comment il faut procéder à l'examen *chimique, spectroscopique, cryoscopique*, quels enseignements nous pourrons tirer de ces examens au point de vue physiologique, au point de vue du diagnostic ou du pronostic de l'affection. Il nous cite, par exemple, ce fait qu'une pleurite aiguë a un pronostic d'autant plus favorable que l'épanchement contient plus de fibrine.

L'examen des propriétés *hémolytiques* des sérosités permet également de trouver la clef de certaines difficultés. M. Bard a montré que le liquide hémorragique des pleurésies cancéreuses possède constamment des propriétés hémolytiques, tandis que les épanchements hémorragiques d'origine tuberculeuse ou septique n'ont pas cette propriété. Pour établir le diagnostic de la pleurésie cancéreuse et de la pleurésie tuberculeuse, on aura donc avantage à centrifuger l'exsudat hémorragique qui, dans les cas d'hémolyse, garde une teinte rouge par suite de l'hémoglobine dissoute.

Cette réaction est simple; il n'est pas extrêmement compliqué d'utiliser la *réaction agglutinante* pour le diagnostic bactériologique d'une pleurite, d'une ascite, d'une péricardite M. P. Courmont a montré, par exemple, que le liquide des pleurésies tuberculeuses agglutine le bacille tuberculeux en culture homogène. Rechercher cette réaction agglutinante constitue un des temps de l'examen d'une sérosité.

Examen chimique, examen spectroscopique, cryoscopique, recherche des propriétés hémolytiques, de la réaction agglutinante, sont des méthodes d'examen d'un très grand intérêt scientifique; mais leur valeur pratique, leur valeur diagnostique est moindre que celle des deux méthodes qui forment le sujet principal du livre de Labbé : la bactérioscopie, la cytoscopie.

La *bactérioscopie*, en permettant de constater directement la présence de l'agent infectieux, démontre, d'une façon précise, la nature de l'épanchement examiné.

Les microbes sont recherchés dans un exsudat de trois façons différentes : par la coloration, par les cultures, par l'inoculation à un animal sensible.

L'examen microscopique direct de l'exsudat, ordinairement complété par un procédé de coloration, est bon quand il s'agit d'un épanchement purulent; est défectueux quand il s'agit d'un épanchement séro-fibrineux ou hémorragique; est parfaitement suffisant pour déceler dans un liquide la présence de crochets ou de membranes de kystes hydatiques. On le complète généralement par la culture, par l'ensemencement sur milieu artificiel de quelques gouttes du liquide pathologique. Les microbes pyogènes poussent rapidement et facilement sur les milieux ordinaires; le bacille de Koch est difficilement décelable par ce procédé, quoique MM. F. Bezançon et V. Griffon soient parvenus à cultiver le bacille tuberculeux en se servant de sang gélosé.

L'inoculation à un animal réactif est le procédé de choix pour déceler la nature bactériologique d'un épanchement; ce procédé permet, en outre, de reconnaître la virulence de l'agent infectieux en cause; son emploi s'impose pour les épanchements soupçonnés d'être tuberculeux ou pneumococciques. Suivant le microbe à isoler, on emploiera tel ou tel animal réactif : le cobaye pour le bacille de Koch, la souris blanche pour le pneumocoque, le lapin pour le streptocoque ou le staphylocoque. M. Labbé étudie minutieusement la façon de procéder à ces inoculations et d'examiner ensuite l'animal mort pour constater les lésions produites. Ces procédés d'inoculation sont des procédés lents, car la survie des animaux est souvent de plusieurs mois.

La *cytoscopie* est une méthode plus rapide et plus simple : elle consiste à examiner au microscope les exsudats pathologiques au point de vue de la présence des éléments cellulaires : globules rouges et globules blancs, cellules endothéliales. Ce sont MM. Widal et Ravaut qui ont montré, les premiers, toute l'importance de l'examen histologique des épanchements séreux pour le diagnostic de la nature de la maladie, cause de cet épanchement; ce sont les véritables créateurs du *cytodiagnostic.* Cette méthode, employée d'abord pour l'examen des épanchements pleuraux, a été ensuite appliquée aux ascites, aux hydrocèles et au liquide céphalo-rachidien.

L'examen par la cytoscopie des épanchements purulents est facile. Il suffit d'étaler sur une lame une goutte de pus, de sécher, de fixer et de colorer pour constater la présence de leucocytes altérés en dégénérescence granulo-graisseuse ou transformés en globules de pus.

L'examen cytologique des épanchements séro-fibrineux et séro-hémorragiques réclame une défibrination et une centrifugation préalables. La défibrination empêche le coagulum fibrineux de se former et d'entraîner les cellules en suspension dans l'épanchement, ce qui les déroberait à l'examen; la centrifugation, concentrant le liquide, rend son examen plus facile; M. Labbé étudie les précautions à prendre et les méthodes de préparation et de coloration. Il indique ensuite quels sont les éléments que l'on trouve dans les diverses pleurésies : pleurésies tuberculeuses, pleurésies à pneumocoque, à streptocoque, à bacille d'Eberth, épanchements pleurétiques des cardiaques, des brightiques, épanchements leucémiques, épanchements cancéreux, chacun a sa *formule cytologique.* La pleurésie tuberculeuse primaire est caractérisée, pendant la majeure partie de son évolution, par la présence presque exclusive de lymphocytes très confluents, mêlés à un nombre plus ou moins considérable de globules rouges. Cette formule si spéciale empêche de confondre cette affection avec certaines autres pleurésies dont le diagnostic est souvent difficile par les seuls moyens cliniques.

D'autre fois, la présence de polynucléaires en excès permettra de reconnaître les pleurésies liées à des infections par des microbes tels que le pneumocoque ou le streptocoque.

L'accroissement du nombre des polynucléaires, leur

dégénérescence pourront faire prévoir la suppuration de ces épanchements.

Les cellules de nature si spéciale qui se trouvent dans les épanchements leucémiques ou cancéreux permettront d'affirmer un diagnostic comme dans un cas publié par M. Labbé.

Le cytodiagnostic appliqué à l'étude des pleurésies donne donc des indications extrêmement précieuses; appliqué à l'étude des épanchements dans les autres séreuses, il donne des résultats utilisables, quoique moins précis.

MM. Tuffier et Milian ont montré le parti qu'on peut tirer du cytodiagnostic pour distinguer, dans les cas difficiles, un kyste de l'ovaire d'une péritonite tuberculeuse. Les épanchements péricardiques, les épanchements articulaires ont été étudiés au point de vue cytologique par MM. Widal et Ravaut, Achard et Lœper; les épanchements de la tunique vaginale, par MM. Tuffier et Milian, Dopter et Tanton, Lœper.

Les réactions bulleuses de la peau, vésicules, pustules, développées au cours des diverses maladies, possèdent une formule cytologique en rapport avec la nature de la maladie. Ainsi, dans certaines affections cutanées et, en particulier, dans la dermatite de Duhring, on constate une éosinophilie parfois considérable (Leredde).

M. Labbé passe rapidement en revue la cytologie de ces divers épanchements, la cytologie des réactions séreuses de la peau, de la sérosité du vésicatoire. Il aborde ensuite une des parties essentielles de son ouvrage, la cytologie du liquide céphalo-rachidien.

On sait que le liquide céphalo-rachidien existe entre l'arachnoïde et la pie-mère et qu'il enveloppe tout le système nerveux central, moelle et encéphale. Ce liquide pénètre dans les ventricules cérébraux par les trous de Magendie et de Luschka, il remplit le canal épendymaire; il forme au système nerveux une sorte de coussin protecteur liquide; il pénètre même dans l'intérieur du névraxe en suivant les gaines lymphatiques des vaisseaux.

Le liquide céphalo-rachidien et la substance nerveuse sont donc dans un rapport extrêmement intime; toute altération du liquide ratentit sur le névraxe et inversement. L'étude de la composition physique, chimique, histologique du liquide céphalo-rachidien permettra au médecin de se renseigner sur l'état du système nerveux.

Il est facile de se procurer du liquide céphalo-rachidien dans le cul-de-sac de l'espace sous-arachnoïdien entourant l'émergence des nerfs de la queue de cheval.

On y parvient par la ponction lombaire, petite intervention simple et inoffensive, quand elle est pratiquée suivant les règles. Une aiguille creuse est enfoncée à travers les parties molles dans l'espace sous-arachnoïdien; le liquide céphalo-rachidien jaillit au dehors; on le recueille dans un tube de verre stérilisé. Ce liquide est étudié, comme les liquides pleuraux, au point de vue chimique, cryoscopique, bactériologique, cytologique.

Ces diverses méthodes d'examen fournissent un très grand nombre de renseignements intéressants pour le diagnostic. La présence du sang dans le liquide permet, par exemple, de distinguer une hémorragie méningée intra-dure-mérienne d'une hémorragie extra-dure-mérienne, de différencier une hémorragie d'un ramollissement cérébral, d'affirmer après un traumatisme l'existence d'une fracture du crâne.

La cytoscopie du liquide céphalo-rachidien facilitera au médecin le diagnostic différentiel entre les méningites infectieuses et la pseudo-méningite hystérique; elle lui donnera le moyen de déceler des réactions méningées qui, sans elle, passeraient inaperçues ou resteraient douteuses; elle lui a montré que les faits désignés autrefois sous le nom de méningisme n'étaient, en réalité, que des méningites atténuées et que, contrairement à l'opinion ancienne qui ne connaissait que les méningites graves, nombre de méningites sont curables, nombre de méningites sont légères et peuvent même passer inaperçues.

Au cours des affections chroniques du système nerveux, la constatation de la lymphocytose du liquide céphalo rachidien rend possible le diagnostic du tabès et de la paralysie générale à leur début, à une période où les signes cliniques sont encore incertains. La constatation de cette lymphocytose permettra souvent de dépister la syphilis et ses séquelles nerveuses, ce qui peut avoir, pour le pronostic et pour le traitement, une importance capitale.

Le livre de M. Marcel Labbé contient l'exposé complet de toutes les indications que peut donner, pour le diagnostic et pour le pronostic, la *cytologie* du liquide céphalo-rachidien.

A la lecture de ce livre, le médecin se convaincra de la nécessité de savoir recourir aux examens scientifiques des sérosités pathologiques, de savoir faire appel aux méthodes cytoscopiques. L'examen approfondi de quelques gouttes d'humeur permet de connaître plus sûrement et plus complètement que par l'investigation clinique l'état de santé ou l'état de maladie de l'organisme tout entier. Dans le corps humain comme dans la Nature, « tout se tient, s'équilibre et s'enchaîne ». Bien connaître une partie, c'est connaître le tout.

Dr P. Desfosses.

5° Sciences diverses

Castonnet des Fosses (Henri). — **L'Inde française au XVIIIe siècle.** *Ouvrage posthume, publié par les soins de la Société de Géographie commerciale.* — 1 *vol. in*-12 *de* v-455 *pages.* (*Prix* : 3 *fr.* 50.) *Paris*, 1903.

Cet ouvrage, préparé par l'auteur avant sa mort, et que la Société de Géographie commerciale de Paris a eu la pieuse pensée de publier, donne, comme il arrive presque toujours en pareil cas, l'impression d'un travail inachevé. On se trouve donc assez embarrassé pour le juger, d'autant que le savant L. de Leymarie, qui a écrit la préface-biographie, ne dit pas si c'est lui qui a dirigé l'édition.

En ce temps de préoccupations coloniales, on ne saurait évidemment trop désirer que les leçons de notre passé soient mises à la portée du plus grand nombre. Et, dans ce but, il serait difficile de choisir un exposé qui révélât mieux que l'histoire de nos tentatives dans l'Inde, au XVIIIe siècle, les qualités et les défauts des Français comme colonisateurs. Ces faits sont d'actualité, puisque, si nos explorateurs, nos chefs d'entreprises, nos fonctionnaires d'outre-mer sont demeurés hardis et dévoués, il nous arrive encore trop souvent, malgré la diffusion des connaissances, de céder à la nervosité, à l'esprit de parti, ou de nous laisser aller à l'indifférence. A ce titre, on ne lira pas sans profit les pages dues à Castonnet des Fosses. Et j'ajoute que l'on trouvera de l'agrément dans certaines parties du livre (par exemple dans le chap. VII : Rivalité de la Bourdonnais et de Dupleix). Le volume pourra même paraître plus accessible et moins compact que les belles études, si connues, de M. Hamont sur le même sujet.

Mais il ne faudra pas y chercher un tableau complet de nos possessions de l'Inde au XVIIIe siècle. En dépit du titre, la majeure partie de l'ouvrage est consacrée à l'œuvre de Dupleix, qui occupe sept chapitres sur douze (pages 185 à la fin). Les affaires de l'Inde sont abandonnées au moment de l'arrivée de Godeheu et du départ de Dupleix (oct. 1754), et les dernières pages ne sont que le récit de la fin pénible du grand homme, en France.

Nous regrettons, d'autre part, que l'on ait laissé subsister trop d'imperfections de forme, surtout dans les derniers chapitres; et aussi que l'on se soit abstenu d'indiquer au moins les références principales. Ces précautions ne sont pas à négliger, même dans un livre de vulgarisation.

J. Machat,
Agrégé d'Histoire et de Géographie
Professeur au Lycée de Bourges.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 28 Décembre 1903.

M. **Troost** est élu Vice-Président de l'Académie pour l'année 1904.

1° Sciences mathématiques. — M. **H. Lebesgue** démontre diverses propositions sur les fonctions, en particulier la suivante : Toute série convergente de fonctions mesurables est uniformément convergente quand on néglige certains ensembles de mesure ε, ε étant aussi petit que l'on veut. — M. **J. Le Roux** étend aux équations d'ordre supérieur certaines propriétés des intégrales des équations linéaires aux dérivées partielles du deuxième ordre. — M. **P. Wiernsberger** démontre que toute expression de la forme :

$$\sqrt{2 \pm \sqrt{2 \pm \ldots \pm \sqrt{2}}},$$

indéfiniment prolongée, est convergente et représente le côté d'un polygone régulier de rayon 1 et d'ordre simplement pair. — M. **J. Normand** montre dans la surimmersion l'un des moyens les plus efficaces d'accroître la vitesse des navires ou de la conserver si l'on veut ajouter à la coque armée un poids, susceptible de la réduire si l'on diminuait en même temps le poids du moteur pour conserver le même déplacement. — M. **Ch. Renard** expose le principe d'un nouveau train routier à propulsion continue (voir p. 32). — M. **Paul Gasnier** décrit un nouveau dispositif électromécanique d'embrayage et de changement de vitesse progressifs. — M. **L. Ariès** généralise la formule de Clapeyron, de façon à l'appliquer à tous les états indifférents.

2° Sciences physiques. — M. **Ch. Fabry** a déterminé l'intensité lumineuse des étoiles en les comparant avec une étoile artificielle de même intensité, obtenue en éloignant progressivement une source de lumière. Il a ainsi trouvé que la lumière reçue du Soleil est environ 60 milliards de fois plus intense que celle de Véga. — M. **E. Rogovsky** a constaté que la différence de température de fils d'argent parcourus par un courant électrique et plongés dans l'eau à la surface de séparation dépend de l'épaisseur de la couche adhérente et atteint, dans ses expériences, 24°. — M. **J. de Kowalski** a étudié la décharge glissante à la surface des isolants. Elle se produit le plus facilement dans le cas où la surface opposée est conductrice. — M. **J. Thovert** décrit le principe d'un nouveau diffusomètre, basé sur la mesure de l'abaissement maximum des rayons lumineux traversant la cuve de diffusion. — M. **Aug. Charpentier** a constaté que tout centre nerveux qui fonctionne ajoute à son émission de repos de nouveaux rayons *n* en proportion de son degré d'activité. Ces rayons se transmettent en divergeant selon les lois de l'Optique. — MM. **H. Moissan** et **Binet du Jassoneix**, en déterminant par la méthode de Dumas la densité du chlore préparé dans les conditions ordinaires, ont obtenu des nombres variant de 2,424 à 2,506. En éliminant les diverses causes d'erreur, ils sont arrivés à trouver, pour la densité à 0° du chlore extrait du chlorure de sodium, la valeur 2,490. — M. **Defacqz** a préparé le fluorure de calcium anhydre et cristallisé par l'action du fluorure de manganèse sur le chlorure de calcium fondu. Il est soluble dans le chlorure de manganèse fondu. — M. **M. Ascoli** a constaté que l'osmose électrique se produit au sein de l'ammoniac liquéfié. — M. **P. Lebeau** a reconnu que tous les carbonates alcalins sont dissociables dans le vide au-dessous de 800°. Il se forme du gaz carbonique et un oxyde alcalin volatil. — M. **M. Delépine** a étudié les α-aminonitriles; ce sont des bases moyennes, de force très inférieure à celle des alcalis et des amines grasses. L'α-aminopropionitrile, contenant un carbone asymétrique, a été dédoublé en deux constituants par l'acide *d*-tartrique. — M. **D. Gauthier** a préparé des combinaisons du saccharose avec un certain nombre de sels métalliques (chlorures, bromures et iodures de Li, Ca, Sr, Ba). — M. **Tiffeneau** a transformé les α-glycols primaires en aldéhydes sous l'action de l'acide sulfurique; c'est une réaction toute spéciale, due à la formation intermédiaire d'un alcool vinylique. — M. **H. Duval** a préparé les éthers nitriques de quelques acides-alcools (acides lactique, α-oxybutyrique, etc.). — M. **Louis Meunier**, en faisant passer un courant de CO^2 dans une solution aqueuse contenant une molécule de nitrite alcalin ou de nitrite d'argent pour deux molécules d'aniline, a transformé presque intégralement l'aniline en diazoamidobenzène. — M. **L. Brunel**, en faisant passer un courant de vapeurs de phénol, de thymol ou de carvacrol et d'hydrogène sur du nickel réduit et chauffé, a obtenu les alcools hexahydrogénés correspondants. — MM. **A. Haller** et **G. Blanc**, en faisant réagir l'épichlorhydrine sur l'acétylacétone sodée, ont obtenu un composé cyclique non saturé $C^6H^{10}O^2$, qui a les propriétés d'un alcool; abandonné à lui-même, il s'isomérise spontanément en une cétone. — M. **L. Maquenne** montre que l'empois d'amidon liquide doit être considéré comme un colloïde, doué de propriétés semblables à celles des corps de Graham et sensible aux mêmes influences qui agissent sur ceux-ci. — M. **G. Bertrand**, en faisant réagir la laccase sur le gaïacol, a obtenu un produit d'oxydation qui est une tétragaïacoquinone $(C^6H^3.O.OCH^3)^4$. La laccase agit donc à la fois comme oxydant et agent de condensation. — M. **G. André** a étudié le développement de quelques plantes grasses annuelles. Les cendres du *Mesembrianthemum cristallinum* renferment comme base dominante la potasse; il en est de même chez le *M. tricolor*, mais la proportion est moindre; chez le *Sedum*, la chaux l'emporte sur la potasse. — M. **Th. Schlœsing fils** a reconnu que les plantes prélèvent la plus grande partie de leur potasse sur la portion de l'alcali existant à l'état soluble dans les terres (en appelant solubles les composés qui fournissent des dissolutions de potasse de l'ordre des millionièmes). — M. **E. Fleurent** montre que, pour la recherche des blés destinés à donner satisfaction à la fois à la boulangerie et à l'agriculture, le dosage de l'azote total est insuffisant; il doit être remplacé par le dosage du gluten, sur lequel repose la valeur industrielle des produits allant à la mouture.

3° Sciences naturelles. — M. **S. Durand** a déterminé le minimum perceptible et la durée de la perception lumineuse chez les personnes dont la vue est affaiblie. — M. **H. Kronecker** a reconnu que les effets du mal des montagnes tiennent non à la diminution de la proportion d'oxygène, mais à l'action mécanique de la pression atmosphérique diminuée, qui produit une stagnation du sang dans les poumons. — M. **J. Vallot** a noté les modifications que subit la respiration par suite de l'ascension et de l'acclimatement à l'altitude du Mont-Blanc. La quantité d'air inspiré et le nombre des inspirations augmentent progressivement pour compenser les effets de la diminution de pression atmosphérique. — M. **Ch. Henry** et Mlle **J. Joteyko** ont constaté que les travaux dynamiques croissent proportionnellement aux travaux statiques énergétiquement équivalents à l'ergographe; le coefficient de proportionnalité est 1/120. — MM. **E. Varenne, J. Rousse**

et **L. Godefroy** ont reconnu que les essences d'anis ne sont pas toxiques pour l'organisme; l'anéthol lui-même n'est pas toxique et pourra même être employé en Thérapeutique. — M. **J. Danysz** a étudié l'action du radium sur les différents tissus. Les épithéliums des jeunes animaux sont beaucoup plus sensibles que les tissus des adultes. — MM. **P. Ancel** et **P. Bouin** ont constaté que la glande interstitielle du testicule n'a pas pour rôle unique d'assurer la nutrition des éléments séminaux; elle a une action générale sur l'organisme. — M. **Armand Sabatier** montre que, chez les Sélaciens (Squales et Raies) comme chez les Poissons osseux, il y a, pour chaque paire de membres, des mains de la ceinture distinctes des mains du membre. — M. **L. Roule** poursuit ses recherches sur l'évolution subie par les Poissons du genre *Atherina* dans les eaux douces et saumâtres du midi de la France. — M. **G. Coutagne** décrit les quatre ordres de faits qu'il a constatés au cours de ses recherches sur les croisements entre taxies différentes chez les vers à soie du mûrier. — M. **G. Bohn** a reconnu que, chez les *Convoluta*, il n'y a pas, en réalité, de phototropisme; il y a arrêt à l'entrée de l'ombre, dû à la fatigue provoquée par la lumière. — M. **Leclerc du Sablon** a observé que, dans la fécondation croisée, le pollen étranger modifie non seulement les caractères de la plantule, mais encore ceux du péricarpe. — M. **Grille** a obtenu un hybride vrai de chasselas par vigne vierge. — M. **Amar** déduit de ses recherches que la formation de l'oxalate de chaux dans les plantes aurait pour but l'élimination de la chaux superflue plutôt que l'élimination d'acide oxalique. — MM. **Bouilhac** et **Giustiniani** ont observé que le *Nostoc punctiforme* et l'*Anabaena* recouverts de bactéries, en végétant sur un sol entièrement dépourvu de matières organiques, l'enrichissent rapidement en azote et permettent le développement normal d'une plante telle que le Sarrasin. — M. **H. Bouygues** a étudié les dégâts causés par la Nielle dans les plantations de tabac en France; cette maladie lui paraît être de nature bactérienne. — MM. **Ch. Dépéret** et **O. Mengel** ont étudié la limite du Jurassique et du Crétacé dans la région orientale des Pyrénées; elle est caractérisée par la présence constante d'une brèche polygénique à gros éléments. La formation des calcaires à couzéranite de la région pyrénéenne a eu lieu à deux époques distinctes de métamorphisme. — M. **L.-A. Fabre** a reconnu dans les formations glaciaires de la Garonne deux âges distincts : antépléistocène et pléistocène. — M. **E. Haug** a recherché l'emplacement des racines de quelques nappes de charriage des Alpes occidentales. — M. **H. Arsandaux** a étudié les roches basaltiques de l'Est-Africain ; elles présentent deux faciès distincts : doléritique et microlitique. Au point de vue magmatique, elles ont toutes une haute teneur en alumine. — M. **A. Delebecque** a étudié les lacs de la Haute-Engadine. Ils paraissent être tous situés dans la roche en place, qui aurait été excavée par les glaciers.

Séance du 4 Janvier 1904.

M. **Albert Gaudry**, Président sortant, fait connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie et les changements survenus parmi les membres et correspondants pendant le cours de l'année 1903. — La Section de Minéralogie présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante par le décès de M. Munier-Chalmas : 1° MM. **Barrois**, **A. Lacroix** et **Douvillé**; 2° MM. **J. Bergeron**, **M. Boule**, **E. Haug**, **L. de Launay**, **P. Termier** et **F. Wallerant**.

1° Sciences mathématiques. — M. **J. Boussinesq** montre que la formule à laquelle a été conduit M. H. Parenty pour représenter les résultats de ses expériences sur l'écoulement des gaz et de la vapeur d'eau, n'est qu'une réduction de l'ancienne formule théorique due à de Saint-Venant et Wantzel.

2° Sciences physiques. — M. **Th. Moureaux** indique la valeur absolue des éléments magnétiques au 1er janvier 1904 à l'Observatoire de Val-Joyeux (Seine-et-Oise). — M. **P. David** a reconnu sur quelques roches volcaniques du Puy-de-Dôme ayant servi dans les constructions gallo-romaines que leur direction d'aimantation n'a pas varié sous l'action du champ terrestre, malgré les variations de ce dernier. — M. **L. Teisserenc de Bort** communique les résultats de cinq années d'observations sur la décroissance de la température de l'air avec la hauteur dans la région de Paris. La décroissance moyenne est faible dans les couches basses, où elle présente, à une hauteur variable avec la saison, un minimum dû à la condensation des nuages et à des phénomènes d'inversion. Entre 6 et 11 kilomètres, il y a décroissance adiabatique; vers 11 kilomètres commence une couche isotherme épaisse. — M. **Aug. Charpentier** a observé que les rayons *n* émis par le corps sont un peu différents des rayons de M. Blondlot. Les rayons nerveux, à l'inverse des rayons musculaires, sont arrêtés partiellement par l'aluminium. Le nerf augmente sa radiation sous l'effet de la plus légère compression. — M. **P. Weiss** indique un moyen pour déterminer l'intensité d'aimantation des cristaux, et montre, d'autre part, que, chez les substances possédant un plan magnétique, la loi de l'aimantation dans le plan magnétique n'est pas influencée par l'existence d'une composante du champ perpendiculaire au plan magnétique. — M. **A. Guillemin** énonce sous une nouvelle forme la loi de l'équilibre osmotique : L'équilibre osmotique existe lorsque la *tension d'expansibilité* (tendance à émettre de la vapeur) est la même de chaque côté de la paroi imperméable. — M. **F. Wallerant** montre que, dans les transformations polymorphiques, les molécules constituant la particule la plus symétrique se retrouvent dans la moins symétrique; mais, tandis que dans celle-ci elles sont diamétralement placées, elles sont réparties symétriquement dans celle-là. — M. **P. Carré** a constaté que le diéther et le triéther phosphoriques de la glycérine sont saponifiés par l'eau froide en donnant de l'acide glycéro-phosphorique ordinaire. — MM. **L. Maquenne**, **A. Fernbach** et **J. Wolff** ont reconnu que l'empois d'amidon coagulé par l'amylo-coagulase est, comme l'amidon rétrogradé, un mélange complexe qui n'est plus que partiellement saccharifiable. — M. **L. Beulaygue** recommande le monosulfure de sodium comme indicateur permettant de saisir la décoloration complète de la liqueur de Fehling dans le dosage du glucose. — M. **M. Berthelot** a constaté que la déperdition de l'eau et la dessiccation spontanée, à la température ordinaire, des végétaux du genre *Festuca* s'accomplissent en quelques jours et tendent vers une limite suivant une loi de proportionnalité au poids de l'eau éliminable qui demeure à chaque instant dans la plante. Cette loi est celle d'un phénomène irréversible.

3° Sciences naturelles. — MM. **Doyon** et **A. Jouty**, par ablation des parathyroïdes chez l'oiseau, ont obtenu des accidents aigus comparables à ceux qui surviennent chez le chien et le lapin et qui se terminent généralement par la mort. — M. **Wassilieff** revendique la priorité de l'application générale du crin de Florence à toutes les ligatures ou sutures perdues. — M. **G. Coutagne** étudie la sélection des petites différences que présentent les caractères à variation continue. — MM. **Ed. Heckel** et **H. Jacob de Cordemoy** ont constaté que les *Dipteryx* renferment à la fois, du moins pendant la période adulte, une résine copal, sécrétée par des poches sécrétrices disséminées dans différents membres de la plante, et un tannoglucose (*kino*), qui remplit des cellules spéciales bien différenciées. — M. **E. Haug** poursuit ses recherches sur les racines des nappes de charriage dans la chaîne des Alpes. — M. **St. Meunier** a étudié des échantillons géologiques recueillis au Soudan par le capitaine Friry. Ils montrent une large extension de la mer éocène en Afrique et tendent à confirmer l'existence d'une communication marine directe, à l'époque du calcaire grossier, entre le Sénégal et l'Egypte.

Séance du 11 Janvier 1904.

M. le Secrétaire perpétuel annonce la mort de **M. Karl von Zittel**, Correspondant pour la Section de Minéralogie. — M. **A. Lacroix** est élu membre titulaire dans la Section de Minéralogie.

1° Sciences mathématiques. — M. **E. Borel** démontre le théorème suivant, auquel conduit la méthode d'exclusion généralisée : Soit $\theta(z)$ la dérivée logarithmique d'une fonction entière d'ordre ρ; on peut, dans tout angle aussi petit que l'on veut, tracer une infinité de droites telles que l'on ait, sur chacunes d'elles : $|\theta(z)| < A\,|z|^{\rho+\varepsilon}$, ε désignant un nombre positif arbitraire et A une constante. — M. **M. d'Ocagne** indique un abaque qui suffit à lui seul à résoudre les triangles sphériques dans tous les cas possibles. — M. **Aug. Pourcel** montre que, dans la période élastique, probablement très courte, du béton, la présence des frettes augmente le coefficient d'élasticité moins que ne le feraient des armatures longitudinales du même poids, mais aussi avec une moindre fatigue du métal; en outre, le gonflement élastique met les frettes en tension et la pression qu'elles exercent s'ajoute à l'effet de la cohésion pour s'opposer aux premiers glissements qui marquent la limite d'élasticité et l'apparition des déformations incomplètement réversibles. — M. **M. A. Mesnager** décrit un appareil enregistreur permettant de mesurer, à travers une paroi solide, supportant des pressions relativement élevées, des différences de pression aussi faibles que l'on veut.

2° Sciences physiques. — M. **M. A. Mesnager** signale un procédé pour la comparaison des épaisseurs où l'on utilise comme compensateur, au lieu d'une lame d'air comprise entre deux glaces demi-argentées, une lame de quartz taillée parallèlement à l'axe et dont les faces forment le même angle que les glaces. — M. **J. Macé de Lépinay** a démontré, par leur action sur la luminescence du sulfure de calcium, la production de rayons N par les sources sonores. — M. **Ed. Meyer** a constaté la production de rayons N par les végétaux; cette production est fonction de l'activité nutritive ou de l'évolution du protoplasme végétal. — MM. **E. Varenne** et **L. Godefroy** ont appliqué le chronostiliscope à la mesure du coefficient de frottement intérieur et de la tension superficielle des liquides. — M. **C. Matignon** a observé que certaines substances, comme le tanin, donnent une coloration bleue avec l'acide vanadique; cette coloration est due au groupe éthénol $CH^3 : CHOH$ renfermé dans ces substances. — MM. **G. Urbain** et **H. Lacombe** sont parvenus à séparer le samarium de l'europium par fractionnement avec le nitrate de bismuth. — MM. **H. Baubigny** et **G. Chavanne** décrivent un nouveau procédé de dosage du chlore et du brome dans les corps organiques par destruction de la matière avec le mélange sulfochromique et absorption des deux éléments dans des solutions séparées. — M. **L. Debourdeaux** propose une nouvelle méthode de titrage des oxydes de manganèse basée sur la destruction à chaud de l'acide oxalique en présence de H^2SO^4 convenablement dilué. — MM. **A. Béhal** et **Sommelet** ont préparé des aldéhydes en décomposant par l'acide oxalique sec des éthers-oxydes d'α--glycols. — M. **F. Bodroux** a obtenu des aldéhydes aromatiques par l'action de l'orthoformiate d'éthyle sur des dérivés organo-magnésiens. — M. **A. Trillat** a constaté que la présence d'une matière albuminoïde active l'oxydation provoquée par le manganèse en solution alcaline. — MM. **R. Lépine** et **Boulud** ont reconnu que les rayons X favorisent la formation de l'amylase dans le pancréas. Dans le foie et dans le sang, ils augmentent tout d'abord la glycogénie et la glycolyse; leur action plus ou moins prolongée diminue et peut même arrêter l'une et l'autre.

3° Sciences naturelles. — M. **Foveau de Courmelle** a observé que les rayons X ont une action thérapeutique dans certains cas de tumeurs douteuses. — MM. **P. Bouin** et **P. Ancel** démontrent que, contrairement à l'opinion de Brown-Sequard, le liquide séminal n'a aucune action sur l'organisme; la glande interstitielle est seule chargée, chez l'adulte, du rôle général reconnu au testicule tout entier. — M. **G. Bohn** étudie la coopération, la hiérarchisation et l'intégration des sensations chez les Artriozoaires. — M. **Alph. Labbé** a observé la formation des tétrades et les divisions maturatives dans le testicule du Homard. — M. **I. Borcea** communique ses recherches sur la glande nidamentaire de l'oviducte des Elasmobranches. — M. **C. Houard** a observé que, chez les acrocécidies caulinaires, l'action cécidogène du parasite se traduit par : 1° la destruction du point végétatif de la tige; 2° des phénomènes d'hypertrophie et d'hyperplasie cellulaire dans les entre-nœuds et dans les feuilles; 3° une faible différenciation des tissus des feuilles. — M. **M. Boule** communique les résultats de l'étude stratigraphique de la Grotte du Prince, près de Menton, où l'on a trouvé des squelettes d'hommes préhistoriques. — M. **de Montessus de Ballore** montre que la plupart des séismes des Andes méridionales paraissent d'origine sous-marine et ne font que mordre le littoral. Leur cause paraît liée à la fracture représentée par l'isobathe de 4.000 mètres. — MM. **J. Thoulet** et **Ch. Sauerwein** présentent une carte générale bathymétrique de tous les océans, en 24 feuilles, à l'échelle du dix-millionième, publiée sous leur direction.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 5 Janvier 1904.

MM. **P. Budin** et **P. Planchon** présentent les résultats obtenus à leur « Consultation de nourrissons de la Clinique Tarnier » relativement à l'alimentation des enfants pendant les deux premières années de leur existence. Les enfants sont nourris au sein tant que la mère peut fournir du lait: quand l'allaitement au sein est insuffisant, on prescrit une quantité variable de lait stérilisé, qui est fournie gratuitement chaque matin; parfois même, la mère n'ayant pas ou plus de lait, l'allaitement est complètement artificiel. Jusqu'à vingt-quatre mois, on ne donne aux enfants que du lait ou des soupes faites avec du lait; les résultats ont été excellents. — M. **de Nittis** lit un Mémoire sur les modes d'administration du glycogène. — M. **Jarre** donne lecture d'un travail sur l'importance du diagnostic étiologique dans le choix du traitement de l'abcès du sinus maxillaire.

Séance du 12 Janvier 1904.

MM. **V. Cornil** et **P. Coudray** établissent l'existence certaine de décollements purs des cartilages à côté des fractures du tissu spongieux diaphysaire, juxta-conjugal, lesquelles, il est vrai, sont des traumatismes beaucoup plus communément observés. — M. **Cazalis** lit un Mémoire sur quelques mesures très simples protectrices de la santé de la race.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 19 Décembre 1903.

M. **A. Giard**, à propos d'un travail récent, rappelle qu'on a déjà démontré antérieurement que les perles sont une production épithéliale. — M. **J. Renaut** montre qu'il n'y a ni lames, ni trous préformés dans le tissu conjonctif lâche; tous ses éléments constitutifs sont reliés en masse par une substance fondamentale fluide, ductile et continue, que le plasma transsudé des vaisseaux gonfle variablement. — M. **Ed. Retterer** décrit, chez le cobaye femelle, des glandes vulvo-vaginales, urétrales et anales. On observe également de grosses glandes sébacées sur la peau du prépuce clitoridien, rudiments de glandes préputiales. — MM. **A. Rodet** et **Lagriffoul** ont trouvé que la matière agglutinogène n'est pas un élément fixe de la constitution des corps bacillaires, mais un principe soluble impré-

gnant les éléments qui l'élaborent et versé aussi dans le milieu ambiant par un acte vital. — **M. A. Rodet** a constaté que la propriété agglutinative du sérum de lapin normal à l'égard du bacille d'Eberth s'accompagne d'une propriété précipitante pour les cultures filtrées. — **M. F.-J. Bosc** a observé les lésions histologiques de la syphilis pulmonaire du nouveau-né; elles sont constituées par une prolifération cellulaire pure, épithéliale et conjonctivo-vasculaire, de type néoplasique, allant de l'induration, par hyperplasie, au ramollissement et à la sclérose. Les lésions macroscopiques sont tout à fait semblables à celles de la clavelée. — **M. G. Mioni** a reconnu que le plasma du sang circulant de bœuf renferme la sensibilisatrice hémolysante des hématies de cobaye, mais est dépourvu de l'alexine hémolysante qui se forme seulement après la sortie du sang hors des vaisseaux. — **MM. F. Widal** et **A. Javal** ont constaté, chez certains sujets arrivés à la période terminale du mal de Bright, alors que l'imperméabilité rénale pour le chlorure de sodium était devenue presque absolue, que la perméabilité à l'urée se conservait dans des proportions très considérables jusqu'au jour de la mort. — **M. F. Potier** a observé une dégénérescence pigmentaire par hématolyse chez un nourrisson myxœdémateux atteint de gastro-entérite. — **M. C. Phisalix** a observé que les glandes à venin sont vides chez la Grenouille femelle au moment du frai; les principes actifs du venin se sont transportés dans les œufs. — **M. P. Vansteenberghe** indique un procédé de conservation du virus rabique à l'état sec, par dessiccation à l'obscurité en couche très mince dans le vide sulfurique. — **M. Guglielminetti** présente un nouvel appareil à inhalation d'oxygène. — **M. A. Marmorek** communique des expériences qui semblent montrer que la réaction fébrile provoquée par l'injection de la tuberculine est due au contact direct de cette substance avec les bacilles tuberculeux; quand ceux-ci sont englobés par les leucocytes, la réaction ne se produit plus. — **M. J. Nageotte** a étudié les fibres endogènes grosses et fines des cordons postérieurs. Les zones de Lissauer sont constituées par des fibres endogènes fines. — Le même auteur a étudié les lésions radiculaires de la moelle dans les cas de tumeur cérébrale. — **M. G. Bohn** décrit les effets mortels produits par l'action de la radiation ou de l'émanation du radium sur quelques Crustacés et Insectes. — **M. G. Froin** a constaté, dans quatre cas d'hémorragie de la couche optique, que le signe de Babinski se produisait du même côté que la lésion cérébrale. — **M. Gouget** a observé, dans l'intoxication lente par le plomb, chez le cobaye et le lapin, une hypertrophie considérable des capsules surrénales avec sclérose aortique. — **M. A. Tournade** a pratiqué sur le Rat l'interruption du canal déférent. Quand il n'y a pas oblitération, il y a formation d'un kyste à spermatozoïdes; quand le canal est oblitéré, il y a stase spermatique et involution régressive du testicule. — **MM. Cl. Regaud** et **A. Tournade** ont étudié les phénomènes régressifs provoqués dans le testicule par l'oblitération du canal déférent. — **M. E. Vidal** montre que l'ouverture large du médiastin postérieur chez le chien diminue de 40 °/₀ environ la capacité respiratoire. La fermeture de la plaie fait remonter cette capacité à son chiffre primitif. — **MM. V. Henri, S. Lalou, A. Mayer** et **G. Stodel** : Etude des colloïdes (voir p. 105). — **MM. G. Moussu** et **J. Tissot** ont constaté que les glandes salivaires dépensent beaucoup plus pendant l'activité que pendant l'état de repos et que cette dépense se manifeste par un notable accroissement de l'absorption d'oxygène.

La Société procède au renouvellement de son Bureau, qui est ainsi composé pour 1904 :

Président : **M. E. Marey**;
Vice-Présidents : **MM. O. Larcher** et **P. Richer**;
Secrétaires : **MM. Achard, C. Delezenne, Jolly** et **G. Meillère**;
Trésorier : **M. G. Weiss**;
Archiviste : **M. A. Pettit**.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 18 Décembre 1903.

MM. Victor Henri et **André Mayer** communiquent leurs recherches *sur les colloïdes*. L'étude des colloïdes présente un grand intérêt pour la Biologie; en effet, d'une part, tous les liquides organiques contiennent des colloïdes; d'autre part, toutes les membranes animales à travers lesquelles se produisent l'absorption et la sécrétion sont formées de colloïdes. Les premiers résultats des expériences communiquées ont porté sur les conditions de précipitation des différents colloïdes isolés et sur les propriétés des mélanges de colloïdes. Les colloïdes peuvent être divisés en deux classes principales : 1° ceux qui se déplacent dans un champ électrique dans le sens du courant, colloïdes *positifs*; 2° ceux qui se déplacent en sens inverse, colloïdes *négatifs*. De plus, au point de vue de la stabilité, les colloïdes présentent de très grandes variétés : les uns sont précipitables par de très faibles doses d'électrolytes, ce sont des colloïdes *instables*; d'autres ne sont précipitables que par de très fortes quantités d'électrolytes, ainsi que par de grandes doses de non électrolytes, ce sont des colloïdes *stables*. Les expériences ont été faites sur les colloïdes négatifs : argent colloïdal, mastic, colophane, un colloïde positif : hydrate ferrique, et enfin sur des colloïdes négatifs stables : amidon, gomme arabique, gélatine et albumine. Pour l'étude des colloïdes isolés, les résultats obtenus sont : 1° La précipitation d'un colloïde instable négatif dépend du métal, la précipitation d'un colloïde positif dépend de l'acide du sel précipitant; 2° Les métaux ou acides bivalents agissent environ trente fois plus fortement que les monovalents; 3° Il n'existe pas de relation simple entre la concentration du colloïde et la quantité d'électrolyte nécessaire pour la précipitation; 4° Pendant la précipitation d'un colloïde par une faible quantité d'un électrolyte, la conductivité électrique diminue; 5° L'action d'un électrolyte sur un colloïde peut être suivie par la mesure de la viscosité de la solution; on remarque souvent que la viscosité augmente notablement lorsque l'aspect de la solution ne semble présenter encore aucun changement visible. L'étude des mélanges de deux colloïdes a montré que : 1° Si, à un colloïde instable, on ajoute une faible quantité d'un colloïde stable de même signe, la stabilité du premier colloïde augmente; les deux colloïdes forment un complexe dont les propriétés se rapprochent de celles du colloïde stable; 2° Lorsqu'on ajoute petit à petit le colloïde stable à un colloïde instable de même signe, la stabilité du mélange augmente bien plus rapidement que la vitesse d'addition du colloïde stable; 3° Lorsque à un mélange de colloïde instable et de colloïde stable on ajoute une certaine quantité d'électrolyte capable de précipiter seul un colloïde instable, la conductivité électrique reste invariable; 4° Lorsque à un colloïde instable on ajoute des quantités croissantes d'un colloïde de signe opposé, les deux colloïdes forment un complexe dont la stabilité passe par un minimum; ce complexe présente les caractères de stabilité du colloïde prédominant. Ainsi, par exemple, le mélange argent colloïdal + hydrate ferrique présentera les propriétés d'un colloïde négatif si la quantité d'argent colloïdal est forte, et, au contraire, les propriétés d'un colloïde positif si c'est l'hydrate ferrique qui prédomine; 5° Lorsque la concentration des colloïdes est suffisante, on peut précipiter un colloïde par une dose bien déterminée de colloïde de signe opposé. L'ensemble de ces résultats et les faits connus sur les colloïdes stables font penser que les facteurs qui interviennent dans la précipitation des différents colloïdes sont, pour les colloïdes instables, surtout réductibles à des actions électriques, et, pour les colloïdes stables, à des actions de liaison qui unissent ces colloïdes avec l'eau environnante : actions osmotiques. Ces résultats montrent en plus que les mem-

branes animales qui sont formées de colloïdes doivent changer de propriétés suivant la nature des solutions qui traversent ces membranes. On n'a donc pas le droit de raisonner sur les propriétés de diffusibilité d'une membrane donnée, en supposant que cette membrane reste comparable à elle-même dans les différents liquides que l'on fait diffuser. — M. **Jean Perrin** présente ses recherches *sur les conditions qui déterminent le signe et la grandeur de l'électrisation par contact, avec application aux solutions colloïdales.* Nous renvoyons à ce sujet à l'exposé qui en a été publié dans la *Revue*[1].

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 8 *Janvier* 1904.

La Société procède au renouvellement de son Bureau pour l'année 1904. Il est ainsi constitué :

Président d'honneur : M. **M. Berthelot**;
Président : M. **A. Haller**;
Vice-Présidents : MM. **L. Maquenne, L. Lindet, Hamonet** et **A. Gautier**;
Secrétaires : MM. **A. Béhal** et **G. Bertrand**;
Vice-Secrétaires : MM. **C. Moureu** et **Hébert**;
Trésorier : M. **Petit**;
Archiviste : M. **Desgrez**.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 11 *Décembre* 1903.

M. **T. C. Porter** décrit une méthode de renforcement mécanique des sons. Si un diapason est mis en vibration et placé dans une flamme, on observe un renforcement très marqué du son ; il n'est pas dû à la résonance dans le sens ordinaire, mais au changement de la combustion de continue en intermittente. Dans certaines circonstances, les impulsions données à l'air extérieur à la flamme par les vibrations du gaz comburant sont plus puissantes que celles données par le corps vibratoire seul. L'auteur montre comment on peut appliquer pratiquement ce phénomène. — M. **Simmance** présente le photomètre vacillant Simmance-Abady. Il est capable d'équilibrer et de comparer les teintes aux contrastes les plus violents. Pour cela, les effets lumineux doivent se juxtaposer sans ligne de division apparente, et se mouvoir, osciller ou tourner de telle sorte que le point de jonction des rayons des deux lumières passe et repasse à travers le champ visuel. Tout hiatus, ou une exposition plus longue d'une des lumières, fausse les résultats. Les surfaces d'observation doivent être exactement à la même distance de l'œil, faire le même angle avec la ligne de visée et être d'un blanc très pur. Le phénomène de Purkinje n'affecte pas l'emploi de l'instrument. — M. **R. Appleyard** présente un nouveau conductomètre. — M. **L. R. Wilberforce** présente un modèle qui illustre diverses propriétés du mouvement ondulatoire.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 16 *Décembre* 1903.

MM. **J. J. Dobbie, A. Lauder** et **C. K. Tinkler** ont reconnu que la cotarnine en solution aqueuse est influencée par la soude et les autres bases, qui la convertissent dans la forme carbinolique. On peut suivre la transformation par la photographie du spectre de la solution et construire la courbe du phénomène. Des courbes obtenues pour les hydrates de Li, Na, K, Ba, Ca et AzH^4, on déduit que les trois premiers ont sensiblement la même force; les deux suivants sont des bases un peu moins fortes; enfin, l'ammoniaque est une base beaucoup plus faible. — M. **T. Haga** a constaté que le sulfazilate (peroxylamine-sulfonate) de K réagit avec le sulfite de K normal, d'après l'équation : $(SO^3K)^2AzO.OAz(SO^3K)^2 + KSO^3K = (SO^3K)^2AzOK + (SO^3K)OAz(SO^3K)^2$, pour donner l'hydroxylaminedisulfonate et le métasulfazilate de K. Le sulfazilate se décompose spontanément en métasulfazilate, hydroxylaminedisulfonate de K et acide nitreux : $2(SO^3K)^4Az^2O^2 + H^2O = 2(SO^3K)^3AzO + (SO^3K)^2AzOH + AzO^2H$. Le métasulfazilate de K est décomposé quantitativement en sulfate et aminedisulfonate par l'amalgame de Na ou le couple Zn-Cu, d'après l'équation : $KO.SO^2.OAz(SO^3K)^2 + 2Na = KO.SO^2.ONa + NaAz(SO^3K)^2$. Les produits ultimes de l'hydrolyse, par ébullition avec HCl, sont l'hydroxylamine et l'acide sulfurique. — M. **E. Divers** montre que la couleur bleu-violet observée par Sabatier dans l'action de SO^2 sur l'acide sulfurique contenant de l'acide nitrososulfurique est due à l'acide peroxylamine-sulfonique. — Le même auteur considère le peroxyde d'azote Az^2O^4 comme un peroxyde vrai, le peroxyde de nitrosyle $(AzO)^2O^2$. Le bioxyde d'azote serait O:AzO, avec un atome d'O monovalent. — M. **J. C. Cain** a préparé les dérivés halogénés du diphényle et du dioxydiphényle. — MM. **A. G. Perkin** et **E. Phipps** ont retiré du colorant japonais *fukugi* une nouvelle matière colorante, $C^{17}H^{12}O^6$, en aiguilles jaunes, F. 288°-290°, semblable à la luteoline ; par fusion avec KOH, elle donne du phloroglucinol et de l'acide protocatéchique. Les auteurs ont préparé l'éther tétraéthylique de la morine $C^{15}H^6O^3(OC^2H^5)^4$, F. 126°-128°. — MM. **T. E. Thorpe** et **J. Holmes** décrivent une méthode de détermination de l'alcool méthylique dans ses mélanges avec l'alcool éthylique, basée sur la différence d'action d'un mélange de $K^2Cr^2O^7$ et H^2SO^4 sur ces deux alcools. — M. **R. H. A. Plimmer** sépare le cyanure d'argent du chlorure d'argent fraîchement précipité par l'action de l'acide nitrique bouillant, qui dégage HCAz ; celui-ci, passant à travers une solution de nitrate d'argent, y produit un précipité égal en poids au cyanure primitif. — MM. **H. Hibbert** et **J. J. Sudborough** ont déterminé les groupes hydroxyles dans les composés organiques par la méthode de Tschugaeff modifiée ; ils emploient comme dissolvant l'éther amylique sec et ils traitent le corps par l'iodure de méthylmagnésium. — MM. **J. J. Sudborough** et **W. Roberts** ont préparé divers sels des acides benzoïques di-*o*-substitués avec des amines tertiaires mono- et di-*o*-substituées. — M. **F. S. Kipping** a préparé les cis-π-camphanates de *d*- et de *l*-hydrindamine ; les deux sels, soumis à la cristallisation fractionnée, donnent des portions à pouvoir rotatoire un peu plus faible que la masse totale, ce qui semble montrer que chaque base forme elle-même deux sels isomériques. — M. **G. Tattersall** a reconnu que l'acide *d*-tartrique est un meilleur résolvant que l'acide *d*-bromocamphresulfonique pour la *dl*-méthylhydrindamine. — Le même auteur a constaté que la *d*- et la *l*-méthylhydrindamine donnent chacune deux sels isomères avec l'acide *d*-chlorocamphresulfonique, séparables par cristallisation fractionnée. — MM. **F. Tutin** et **F. S. Kipping** ont reconnu que la *l*-menthylamine provenant de la réduction de l'oxime de la *l*-menthone est un mélange de quatre isomères optiques : la *l*-menthylamine, la néo-*l*-menthylamine, l'iso-*l*-menthylamine et l'iso-néo-*l*-menthylamine. Voici les points de fusion et les pouvoirs rotatoires des dérivés benzoylés de ces quatre bases : 1° 156°, — 61°,9 ; 2° 128°, — 17°4 ; 3° 121°, + 22°,7 ; 4° 104°, — 3°,8. — MM. **W. J. Pope** et **S. J. Peachey** ont trouvé que les iodures, bromures et chlorures d'alkyl-magnésium réagissent énergiquement avec les halogénures de mono-, di- et trialkylstanniméthane pour fournir les tétra-alkylstanniméthanes correspondants. Le tétra-éthylstanniméthane $Sn(C^2H^5)^4$ bout à 180°-181° sous 758 mm. ; la diméthyldiéthylstanniméthane $Sn(CH^3)^2(C^2H^5)^2$ est un liquide incolore ; le triméthyléthylstanni-méthane $Sn(CH^3)^3C^2H^5$ bout à 107°-108° sous 758 mm. ; $Sn(CH^3)^3C^3H^7$, Eb. 129° ; $Sn(C^2H^5)^3C^3H^7$, Eb. 195°. — MM. **A. C. O. Hann** et **A. Lapworth**, en condensant l'acetoacétate de menthyle avec des aldéhydes en présence de bases, ont obtenu des

[1] *Rev. gén. des Sc.* du 30 novembre 1903, t. XIV, p. 1127.

composés comme : l'éthylidène-bis-acétoacétate de dimenthyle $(CH^3)CH\,[CH.(CO.CH^3).CO^2C^{10}H^{19}]^2$, F. 194°-196°, $[\alpha]_D = -24°,9$ dans le benzène; le *n*-propylidène-acétoacétate de menthyle $(C^2H^5)CH{:}C(CH^3CO)CO^2C^{10}H^{19}$, F. 84°-88°, $[\alpha]_D = -34°,9$, etc. — M. **M. K. Bamber** décrit un procédé pour la détermination des adultérants dans l'huile de citronelle.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE NEWCASTLE

Séance du 3 *Décembre* 1903.

M. **H. Louis** fait une conférence sur l'industrie de l'asphalte à La Trinité. — M. **W. H. Sodeau** présente un appareil d'Orsat modifié pour l'examen des gaz des carneaux qui renferment de faibles quantités d'hydrogène non brûlé et d'autres gaz inflammables.

SECTION DE NEW-YORK

Séance du 20 *Novembre* 1903.

M. **Oscar Nagel** communique ses recherches sur les protéines végétales. Il a extrait d'un certain nombre de tourteaux de graines huileuses des quantités considérables d'une albumine qui se rapproche de très près, par ses propriétés, de l'albumine du sang. Il a retiré, d'autre part, des graines de Soy, une caséine végétale semblable à celle du lait.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Séance du 11 *Décembre* 1903.

MM. **F. Kurlbaum** et **G. Schulze** présentent les résultats de leurs recherches sur les lampes Nernst et sur des corps creux d'une matière analogue aux filaments Nernst. Dans ces dernières années, on a construit beaucoup de pyromètres optiques destinés à mesurer les températures extrêmement élevées d'une façon rapide et aisée sur la base de la formule de Wien-Planck :

$$\log \frac{J_1}{J_0} = c\,\frac{\log e}{\lambda}\left(\frac{1}{T_0} - \frac{1}{T_1}\right),$$

où J_0 et J_1 sont les intensités radiantes correspondant aux températures absolues T_0 et T_1 pour la longueur d'onde λ, alors que c, dans la région visible du spectre, est toujours égal à 14.000 : cette formule est relative aux corps *noirs*, c'est-à-dire à pouvoir émissif maximun, tandis que, pour les corps à pouvoir d'émission inconnu, les auteurs définissent « *température noire* » la température à laquelle le corps noir présente, pour une longueur d'onde donnée, la même intensité de rayonnement que le corps en expérience. En déterminant au moyen d'un pyromètre optique cette température noire de la lampe Nernst, les auteurs trouvent des valeurs différentes suivant qu'ils se servent d'un éclairage rouge, vert ou bleu. C'est dire que la lampe Nernst dans tous les cas n'est point « noire », et, comme le font voir les auteurs, elle n'est pas non plus « grise », c'est-à-dire que, loin d'émettre à chaque température, pour chaque longueur d'onde, la même fraction du rayonnement du corps noir, elle présente une émission sélective dans la région verte du spectre. Or, en raison de la manipulation difficile et de la durée très limitée du corps noir dont MM. Lummer et Pringsheim viennent d'indiquer la construction et avec lequel ils ont été capables d'atteindre une température d'environ 2.000° C., les auteurs proposent, d'accord avec les différentes lois des rayonnements, de remplacer ce corps noir par une lampe Nernst calibrée par comparaison avec ce dernier. Après avoir projeté en même temps sur la fente du spectromètre le filament Nernst et le corps noir dont la température était donnée par une pile thermique, les auteurs déterminent, à température constante du corps noir, les intensités de courant de la lampe Nernst auxquelles disparaissent les contours du filament sur le fond spectral pour différentes longueurs d'onde. En employant au lieu de corps noir le filament d'une lampe Nernst, on n'évite cependant que le premier des inconvénients précités, et la méthode n'est guère supérieure au point de vue de la durée, bien que les lampes dont se servent les auteurs n'aient présenté aucune altération notable, pendant plusieurs mois, malgré un emploi fréquent. Quoique la température vraie de la lampe Nernst (que les auteurs étudient en ce moment) ne soit point encore donnée, les courbes contenues dans le Mémoire de MM. Kurlbaum et Schulze, et dont la construction est basée sur une hypothèse approchée, font voir que les différences d'émissions entre la matière Nernst et le corps noir vont en disparaissant à mesure que s'élève la température. Les mesures que les auteurs viennent d'exécuter sur un cylindre creux en matière Nernst montrent, en effet, que, dès 1.400° C., le rayonnement partant des parois intérieures peut s'assimiler à un rayonnement noir dans le spectre visible. — M. **E. Marx** présente quelques remarques au sujet du récent travail de M. H. Starke sur l'allure des potentiels dans la conduction à travers les flammes. Il fait observer qu'en modifiant en même temps la température et la distance des électrodes, cette dernière, à l'inverse de ce qu'affirme M. Starke, est sans aucune importance aussi longtemps que l'électrode la plus éloignée touche la flamme. La quantité d'ions positifs présente dans la flamme serait, de plus, fonction de la température des électrodes. Alors que la vitesse de migration des ions positifs se montre indépendante de la concentration et égale à 80 cm/sec. volt cm, cette proposition ne s'applique plus aux ions négatifs, dont la vitesse de migration varie de 200 °/₀ avec la concentration et suivant le groupe de sels. L'expression $v\sqrt{\Lambda} =$ const., au contraire, se montre constante dans tous les cas et même pour des vitesses de migration variables. ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 3 *Décembre* 1903.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **J. von Hepperger** détermine la trajectoire de la comète de Biéla d'après les observations faites de 1846 à 1852. La limite supérieure de la masse de la comète ne paraît pas avoir atteint 10^{-6}, la masse de la Terre étant prise comme unité.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. **P. B. Zoelss** a étudié la chute de potentiel de l'atmosphère à Kremsmunster. Elle présente un maximum en janvier et un minimum en juin; les maxima diurnes sont à 9 heures du matin et 7 heures du soir, le minimum principal à 3 heures du matin. La nébulosité produit en général un abaissement de la chute de potentiel. Durant 90 °/₀ du temps total, la chute est positive; durant 10 °/₀, négative. — M. **E. von Schweidler** a poursuivi ses études sur l'électricité atmosphérique à Mattsee en 1903. La dispersion a une marche diurne bien nette, avec minima au lever et au coucher du Soleil, et maxima après-midi et dans la nuit. En été, il y a, en outre, un minimum secondaire à midi, et un maximum secondaire avant midi. — M. **J. Donau**, en chauffant dans un courant de CO^2 à 1100°-1200°, a obtenu un produit qui correspond, comme apparence, densité, dureté et propriétés magnétiques, avec la magnétite naturelle. — M. **J. Zehenter** a étudié les propriétés de l'acétate de baryum-uranyle. Bouilli en solution à 5 °/₀ dans l'eau au réfrigérant à reflux, il fournit un triuranate de baryum, $BaU^3O^{10} + 4\,1/2\,H^2O$. Chauffé simplement au bain-marie avec remplacement de l'eau évaporée, il donne un penta-uranate $Ba^2U^5O^{17} + 8H^2O$. Enfin, bouilli en solution très diluée, il fournit un hepta-uranate $Ba^2U^7O^{23} + 11H^2O$. L'acétate de plomb-uranyle se comporte d'une façon analogue et donne naissance à un mono-uranate de

plomb $PbUO^4$, un diuranate PbU^2O^7, un penta-uranate $Pb^3U^5O^{19}+4H^2O$, un enné-uranate $Pb^7U^9O^{32}+10H^2O$. — MM. **R. Andreasch** et **A. Zipser** ont fait réagir les isosulfocyanates de méthyle et d'éthyle sur l'acide thioglycolique et obtenu les acides rhodaniques substitués correspondants, dont ils ont préparé les produits de condensation avec de nombreux aldéhydes aromatiques.

3° Sciences naturelles. — M. **F. Vierhapper** décrit les plantes recueillies par MM. Paulay et Simony au cours d'une Expédition dans le sud de l'Arabie et aux îles Sokotora, Abdal Kuri et Semhah. — M. **R. von Wettstein** communique ses recherches sur la répartition géographique de la flore du sud du Brésil. — M. **A. Nalepa** poursuit ses recherches sur les champignons de la bile. Il décrit les espèces *Eriophyes Pampaninii*, *E. Rechingeri*, *Phylocoptes oligostictus*. — M. **G. Geyer** communique les observations géologiques faites dans les deux galeries du tunnel du Bosruck.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 28 Novembre 1903.

1° Sciences mathématiques. — M. **P. H. Schoute** : *Décomposition centrique de polytopes.* Huit problèmes faisant connaître toutes les manières possibles de décomposition d'un polyèdre ou d'un polytope régulier d'après les sommets ou d'après les faces ou les espaces limitants en des polyèdres ou des polytopes réguliers à centre commun. — M. **E. F. van de Sande Bakhuyzen** : *Recherches sur les erreurs des tables lunaires de Hansen-Newcomb dans les années 1895-1902.* Seconde partie (suite, voir *Rev. gén. des Sc.*, t. XIV, p. 1124).

2° Sciences physiques. — M. **J. D. van der Waals** : *L'équilibre entre une substance solide et une phase liquide, principalement à la proximité de l'état critique* (suite, voir *Rev. gén. des Sc.*, t. XV, p. 51). Dans la communication précédente, l'auteur a considéré la ligne de l'équilibre des trois phases comme l'intersection de deux surfaces (p, T, x), celle de l'équilibre mutuel des phases fluides et celle de l'équilibre entre les phases solide et fluide. Dans le cas étudié de l'anthraquinone et de l'éther, cette intersection consiste en deux lignes, séparées l'une de l'autre, l'une du côté de l'éther, l'autre du côté de l'anthraquinone. Pour des valeurs de x situées entre deux limites déterminées x_e et x_a, les deux surfaces n'ont pas de points communs, x_e située du côté de l'éther représentant la valeur minimum, x_a du côté de l'anthraquinone la valeur maximum. Pour étudier les particularités des points communs de ces surfaces correspondant à ces limites x_a, x_e, l'auteur s'occupe à la fois des courbes T = constante et x = constante de ces surfaces. — M. **H. Kamerlingh Onnes** présente, aussi au nom de M. **C. A. Crommelin** : *Sur la mesure des températures très basses.* V. Améliorations des éléments thermiques; une pile d'éléments thermiques étalons et son emploi dans la détermination thermo-électrique des températures. — Ensuite, M. Onnes présente au nom de M. **W. H. Keesom** : *Isothermes de mélanges d'oxygène et d'acide carbonique.* V. Isothermes de mélanges à teneur moléculaire 0,1047 et 0,1994 en oxygène et comparaison de ces courbes à l'isotherme de l'oxygène pur. — M. **H. W. Bakhuis Roozeboom** : *Les courbes de sublimation de mélanges binaires.* L'étude de la représentation (p, t, x) des équilibres entre les phases solide, fluide et gazeuse de mélanges binaires fait connaître le mode d'évaporation des mélanges de deux substances solides, ou bien inversement leur condensation par le refroidissement de mélanges gazeux à pression constante. A cette fin, il suffit de considérer une section (t, x) correspondant à une valeur de p qui n'admet d'autres équilibres que ceux entre solide et vapeur ou entre solide et solide. Cela est possible, si l'on reste au-dessous du point quadruple de coexistence des deux solides, d'un fluide et d'un gaz. Alors la section présente la forme de la figure 1, où l'axe vertical correspond à la température, l'axe horizontal à la composition : F et G représentent les températures de sublimation des substances pures A et B; F E et G E font connaître les températures de sublimation des mélanges, la condensation totale du mélange des vapeurs s'achevant en E. Cette figure est analogue à celle de la fusion de mélanges binaires pour le cas où les deux composantes seulement se présentent dans l'état solide; alors FE et GE sont les courbes de fusion et E est le

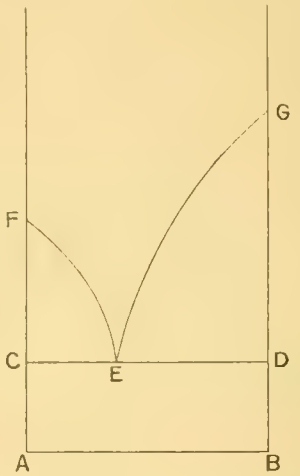


Fig. 1. — *Courbe de sublimation de mélanges binaires.*

point eutectique. — M. **A. F. Holleman** et **G. L. Voerman** : *Recherche quantitative relative à la théorie de tension de Baeyer.* La théorie de tension, due à Baeyer, donne une explication de plusieurs phénomènes de la Chimie organique. On a constaté dans plusieurs cas la tendance à la formation de composés cycliques à cinq atomes et l'instabilité des systèmes annulaires à un nombre d'atomes plus grand ou plus petit; seulement cette préférence et cette instabilité n'ont pas encore été mesurées. La communication des auteurs contient une détermination quantitative d'une quantité correspondante pour le cas particulier des anhydrides d'acides bibasiques de la série normale saturée. — M. A. P. N. Franchimont présente la thèse de M. **F. M. Jaeger** : « Symétrie cristallographique et moléculaire des dérivés du benzène, isomères de position ».

3° Sciences naturelles. — M. **A. W. Niewenhuis** présente pour les Mémoires de l'Académie : « Localisation et symétrie des infections dermiques parasitaires de l'archipel Indien ». — M. H. W. Bakhuis Roozeboom présente au nom de M. **E. Dubois** : *Sur l'origine de l'eau douce souterraine de quelques polders peu profonds.* Il s'agit de quelques polders situés près de Haarlem et d'Alkmaar, dans les Hollandes méridionale et septentrionale. Réfutation de l'opinion de M. H. E. de Bruyn (*Rev. gén. des Sc.*, t. XIV, p. 1176). — Le Secrétaire présente au nom de M. **E. H. Eykman** : *Les mouvements des organes du cou.* P. H. Schoute.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

15e ANNÉE N° 3 15 FÉVRIER 1904

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Météorologie

Influence de la Lune sur la pluie. — De tous temps, les dictons populaires ont été formels en ce qui concerne l'influence météorologique de la Lune : peut-être même ont-ils été trop précis. Par ailleurs, la science, d'autant plus sceptique qu'elle s'attaquait à des convictions toutes faites, prit en ironie une telle action. Mais voilà que la vérité scientifique fit lentement, bien lentement, son petit chemin : les périodes météorologiques, longtemps contestées, devinrent à l'ordre du jour; on étudia le Soleil, ses taches et son activité générale ; on reconnut l'influence des taches solaires sur l'apparition dans notre atmosphère de ces nuages légers et très élevés dénommés cirrus; on s'apercut que les cirrus, généralement, permettent de prédire les changements de temps; et, dernièrement encore, on pouvait mettre en évidence une périodicité de trente-cinq années dans la succession des périodes sèches ou pluvieuses.

Un astronome de talent, M. H. C. Russel, vient de s'attaquer à nouveau à la Lune, pour la relation qui peut exister, dans la Nouvelle Galles du Sud, entre la quantité d'eau pluviale et les mouvements de notre satellite en déclinaison. Sa conclusion est formelle : Quand la Lune va vers le Sud, la pluie est abondante, et une période sèche de sept à huit ans s'établit quand elle reprend le chemin du Nord.

Est-ce donc la Lune qui régit la pluie ? Non. Mais, du moins, les phénomènes lunaires et météorologiques sont parallèles et soumis à une même cause. Sans doute, le public a tort de reporter toutes ses croyances vers la Lune au lieu de s'adresser immédiatement au maître important de notre système planétaire, au Soleil; mais, cependant, notre satellite a son petit effet personnel : il crée une petite marée atmosphérique semi-diurne, comme l'avait prédit Laplace, et même aussi une petite marée de quinzaine. Il est vrai aussi de dire que l'Australie est dans des conditions particulières, sous un régime très spécial par rapport à sa latitude. Néanmoins, si nous ne pouvons entrer ici dans tous les détails et discussions que comportent ces observations, en fait, la constatation est là.

Que ce soit la Lune ou une cause première régissant et la Lune, et notre atmosphère, il s'agit d'une donnée nouvelle et importante qui va rajeunir et revivifier le rôle météorologique de la Lune.

§ 2. — Physique

Electrisation négative des gouttes d'eau. — L'origine de la charge négative énorme de la Terre et de la charge positive correspondante de l'atmosphère présente un problème dont la solution complète est encore à trouver. MM. Elster et Geitel ont, il est vrai, fait voir que l'air ambiant émet des ions négatifs vers la Terre, ce qui explique en partie la charge négative de cette dernière. De plus, Wilson a montré que les ions négatifs sont des noyaux condenseurs de vapeur d'eau très efficaces et que, par conséquent, la pluie doit porter vers la Terre des charges négatives. A. Schmauss signale une troisième cause concourant à donner une charge négative à la Terre : il constate, en effet, que les gouttes tombant à travers l'air ionisé, c'est-à-dire renfermant des ions libres, prennent des charges négatives, et que cet effet se superpose à l'effet Lénard, suivant lequel l'eau, tombant à travers l'air ordinaire et frappant un obstacle quelconque, prend une charge d'électricité positive [1].

Sur la dispersion rotatoire magnétique anomale. — A la réunion de l'Association américaine pour l'Avancement des Sciences de 1902-1903, tenue à Washington, M. F. Bates a présenté une communication [2] qui ne peut manquer de soulever une intéressante discussion. D'après lui, la dispersion rotatoire magnétique des solutions de substances absorbantes serait parfaitement normale, comme celle des substances transparentes, et les anomalies observées ne seraient qu'une apparence due à l'affaiblissement de certaines radiations. Voici la substance de son raisonnement : Si l'on éclaire un polarimètre à pénombre avec la lumière, sensiblement homogène, obtenue en limitant une région spectrale de faible étendue, la

[1] *Annalen der Physik*; analysé *Ciel et Terre*, juin 1903.
[2] *Annalen der Physik*, t. XII, p. 1091-1100, 1903.

position du nicol analyseur qui donne l'égalité d'éclat aux deux moitiés du champ dépend des intensités relatives des radiations admises, et de l'angle de leurs plans de polarisation avec la section principale, angle qui diffère de l'une à l'autre à la sortie de la solution active. Si donc à un liquide transparent actif on substitue la solution d'un corps absorbant dans ce liquide (une solution alcoolique de fuchsine à l'alcool par exemple), la position du nicol analyseur devra être modifiée si la région isolée est voisine d'une bande d'absorption, et d'autant plus que l'on sera plus près du maximum d'absorption; c'est ce déplacement que l'on prend comme indice de l'existence d'une différence de rotation entre le dissolvant et la solution, et comme mesure de cette différence. En appliquant le calcul à la question, et tenant compte uniquement de l'absorption de la fuchsine dans la région spectrale 566-580 μμ, l'auteur a trouvé pour cette *rotation apparente* : 0,056°, soit près de 3,5′ dans un cas où l'expérience donnait 0,055°! Même en mettant cette coïncidence sur le compte du hasard, elle n'en est pas moins extrêmement curieuse. — Si l'on étudie la rotation magnétique par les méthodes de déplacements de franges dans un spectre, l'effet est encore plus marqué, et l'absorption peut modifier très notablement la position de la frange, puisqu'on la localise comme milieu de la distance de deux régions également éclairées; il faut enfin compter avec le phénomène de Purkinje, qui peut également intervenir dans certains cas. Pour éliminer cette cause d'erreur, M. Bates conseille de placer *hors du champ magnétique*, dans l'expérience faite sur le dissolvant pur, un tube de même longueur rempli de la solution que l'on veut lui comparer: on opérera ainsi toujours avec la même lumière.

Des expériences faites de cette manière, avec un appareil très sensible, sur des solutions de fuchsine, de cyanine, de tournesol et de bleu d'aniline, ont donné des résultats négatifs. Les différences de rotation entre les solutions et les dissolvants, même au voisinage des bandes d'absorption, sont tantôt positives, tantôt négatives, sans ordre, et leur grandeur est de l'ordre des erreurs d'observation.

On voit tout l'intérêt qui s'attache à une confirmation ou à une réfutation d'un tel résultat.

§ 3. — Electricité industrielle

La traction par courant alternatif simple système électropneumatique B.-J. Arnold. — Le système électropneumatique Arnold a pour objet d'appliquer le moteur à courant alternatif simple à la traction des trains, en remédiant aux difficultés de démarrage et au manque d'élasticité de ce moteur, et en le complétant en quelque sorte par l'action de l'air comprimé.

Les figures 1 et 2, que nous reproduisons d'après l'*Elektrotechnische Zeitschrift* de Berlin, définissent d'une façon très nette les rôles de l'électricité et de l'air comprimé dans l'ensemble d'un équipement, et le concours que se prêtent mutuellement ces deux agents énergétiques pour assurer au moteur une charge aussi constante que possible et des démarrages faciles; on y arrive grâce au concours de l'air comprimé et à l'utilisation de l'énergie disponible sous forme de force vive au moment des arrêts.

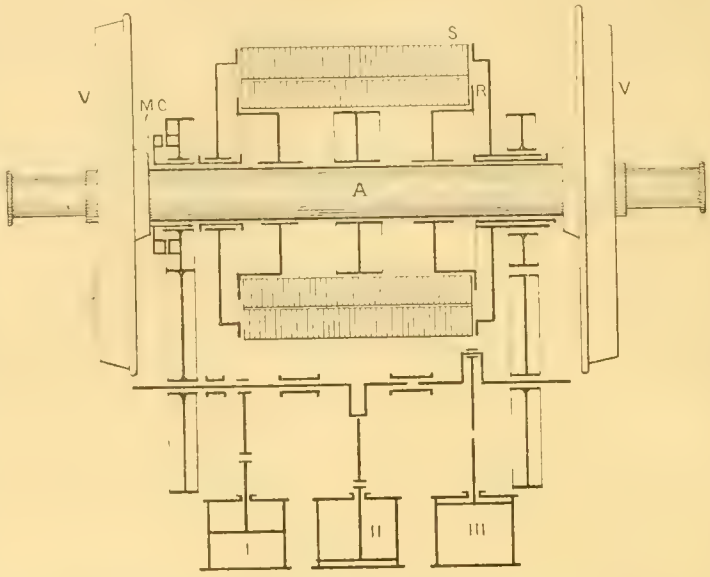


Fig. 1. — *Schéma du moteur électropneumatique Arnold.* — A, essieu de la voiture; V, V, roues; R, rotor; S, stator; MC, embrayage électropneumatique; I, II, III, moteurs compresseurs.

La figure 1 représente un essieu monté, muni, d'après le système Arnold, d'un moteur à courant alternatif simple, auquel correspondent le stator S et le rotor R, et de moteurs-compresseurs correspondants, I, II, III.

Le rotor R du moteur à courant alternatif simple est directement calé sur l'essieu A, et un embrayage électro-magnétique MC permet de solidariser avec cet essieu, c'est-à-dire avec son rotor, une transmission à engrenages réducteurs de vitesse, commandant le moteur-compresseur à deux pistons I, II. De son côté, le stator S, qui est séparé du rotor par un léger entrefer, est suspendu de manière à pouvoir tourner autour de l'essieu, sur lequel il repose par l'intermédiaire d'un manchon fou, et il entraîne, directement et sans débrayage possible, le compresseur d'air III.

Si le moteur à courant alternatif simple est maintenu dans ses meilleurs conditions de marche, la vitesse relative du rotor, et par conséquent de l'essieu par rapport au stator, est égale à la vitesse de synchro-

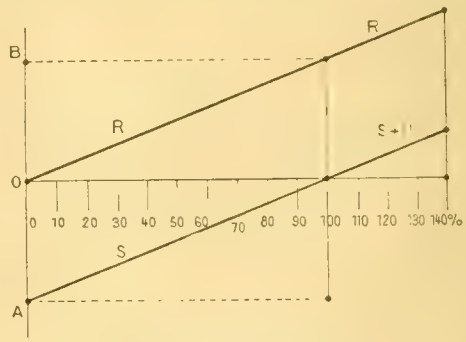


Fig. 2. — *Courbes de vitesse du moteur électropneumatique.*

nisme, indépendante, bien entendu, de la vitesse propre de l'essieu. L'oblique R de la figure 2 représente les vitesses successives d'un démarrage en fonction de la vitesse constante du champ du moteur, ou, ce qui est la même chose, de la fréquence du courant du réseau (la fréquence étant représentée en abscisses et la vitesse du rotor en ordonnées). La droite S, parallèle à la première, représente les vitesses correspondantes du stator. Ces deux droites satisfont, en raison de leur parallélisme, à la condition que nous venons d'énoncer

ci-dessus, c'est-à-dire à la constance de la fréquence. Le point O, ou point d'ordonnée nulle de la courbe R, correspond donc à la position de repos de l'essieu et, par conséquent, du train; le stator tourne alors en sens inverse à une vitesse égale à celle du synchronisme. Ces conditions initiales du graphique 2 représentent très bien ce qui se passe lors de l'arrêt du train dans une gare : le rotor du moteur à courant alternatif simple est immobilisé par les freins; son couple électro-magnétique fait tourner le stator en sens inverse, et comprime l'air dans le réservoir à l'aide du piston compresseur III.

Pour produire le démarrage, on desserre les freins, et l'on envoie le courant au degré d'admission voulu dans les cylindres du moteur compresseur I, II; celui-ci met lentement l'essieu moteur en marche; dès lors, la vitesse du stator diminue par suite de la constance de fréquence des courants envoyés au moteur, et le démarrage se produit par l'action combinée du moteur électrique et du compresseur I, II.

Quand le rotor est à la vitesse du synchronisme, le stator ne subit plus aucune réaction, et le coussin d'air qui reste dans le piston III l'immobilise.

Si l'on veut réaliser une *vitesse supérieure à celle du synchronisme*, il suffit d'admettre l'air comprimé dans le cylindre III, de manière à entraîner le stator en sens inverse. Si l'on veut réaliser une *vitesse inférieure à celle du synchronisme*, on l'entraîne dans le sens direct.

Bref, toutes les vitesses sont, ainsi qu'on le voit, réalisables par le jeu du moteur électrique, sans dépasser la limite de puissance imposée à celui-ci par l'échauffement et surtout par le décrochage. On voit, dans la figure 2, qu'on a accéléré de 40 °/₀ la vitesse du train au delà de la vitesse de synchronisme sans le surcharger, puisque les 40 °/₀ complémentaires ont été fournis par le compresseur.

Des mécanismes, sans doute assez compliqués, permettent de faire varier à volonté l'admission dans les cylindres à air comprimé, lorsqu'ils travaillent comme moteurs, tandis que, au contraire, dans la marche en compresseurs, leurs soupapes sont automatiques, comme celles des pompes ou compresseurs d'air ordinaires.

Le système a, dit-on, donné de bons résultats dans les essais qui en ont été faits aux Etats-Unis.

On peut craindre que le rendement de la double transmission soit peu élevé, parce qu'on prend pour intermédiaire la compression et la détente de l'air, qui entraînent une dissipation d'énergie considérable sous forme de chaleur; mais il est vrai que, dans le démarrage ordinaire des trains par résistances, une grande quantité de chaleur Joule est développée dans ces résistances, et l'on sait que le rendement ne dépasse pas 50 °/₀ dans le démarrage rhéostatique et 75 °/₀ dans le démarrage série-parallèle avec deux moteurs.

Bref, l'avenir du système Arnold nous paraît tenir moins à ses conditions de rendement qu'aux conditions d'entretien et de commodité d'emploi des moteurs-compresseurs à air comprimé. Ce qui en fait l'intérêt, c'est le grand avantage des moteurs à courant alternatif sur les moteurs à courant continu en raison de l'économie qui serait réalisable par leur emploi dans l'établissement des sous-stations; et l'avantage du moteur à courant alternatif simple est encore plus marqué, en raison de la simplicité des lignes de distribution, des croisements, des aiguillages, etc.; mais des tentatives se poursuivent en ce moment même pour améliorer, au point de vue de la traction, le moteur à courant alternatif simple, jusqu'ici très défectueux à cet égard, solution directe qui serait préférable, en cas de succès, à la précédente, et nous pourrons sans doute bientôt juger du succès de cette tentative par des essais pratiques en préparation de tous côtés, et notamment aux Etats-Unis et en Allemagne.

§ 4. — Chimie biologique

Recherches chimiques sur la pathogénie des symptômes de l'épilepsie. — On peut expliquer les accès convulsifs des épileptiques : d'une part, par une excitabilité plus grande de l'écorce cérébrale, et, d'autre part, par l'action sur cette écorce d'agents d'ordres divers, et notamment d'agents chimiques, de toxiques. Déjà on a signalé de divers côtés, chez les épileptiques, la toxicité du sang (Krainsky, Ceni), de la sueur (Cabitto) et celle du liquide cérébro-spinal (Dide et Sacquépée[1]), plus importante encore. Voici que M. J. Donath[2] vient de démontrer la présence à peu près constante de la choline dans ce liquide chez les épileptiques, et d'apporter, d'autre part, des faits nouveaux relativement aux effets toxiques de cette base.

On sait que la choline, ou hydrate de triméthyl-oxéthyl-ammonium, entre dans la constitution de la lécithine, l'un des matériaux les plus importants du tissu nerveux. Il n'est donc point surprenant que M. Donath ait trouvé cette base dans le liquide de ponction lombaire chez un grand nombre de sujets atteints d'affections du système nerveux, mais avec des particularités qui ressortent du tableau suivant, emprunté avec quelques coupures au Mémoire de M. Donath :

On a trouvé de la choline dans le liquide de ponction lombaire :

Sur 21	cas d'épilepsie essentielle	19	fois.
3	— — jacksonienne	3	—
1	— — syphilitique	1	—
15	— de tabes dorsalis	10	—
3	— de syphilis cérébrale	3	—
2	— d'abcès du cerveau	2	—
2	d'hystérie	0	—
1	— de coccygodynie	0	—
1	— de sclérose cérébro-spinale multiple	0	—

On voit donc que la choline a été trouvée d'une manière presque constante dans les diverses formes d'épilepsie et dans toutes les affections accompagnées d'une destruction manifeste de tissu nerveux, et qu'elle manque, au contraire, dans des maladies telles que l'hystérie.

D'autre part, M. Donath fait remarquer que la choline, d'abord déclarée toxique par Brieger, a été ensuite présentée comme à peu près inoffensive par la plupart des auteurs et notamment dans presque tous les traités classiques. Or, il n'en serait rien d'après M. Donath. La choline est toxique, et ses effets sont surtout manifestes quand on applique la base directement sur l'écorce cérébrale. Alors éclatent (chez le chien) des convulsions toniques et cloniques d'une extrême violence. Comme la névrine (ou hydrate de triméthylvinylammonium), base très voisine de la choline, produit les mêmes effets, l'auteur a vérifié avec soin l'absence de cette base dans sa choline, laquelle avait été préparée synthétiquement d'après le procédé de Würtz. Finalement, M. Donath considère la choline comme étant la cause déterminante des accès chez l'épileptique, l'autre facteur du phénomène restant, bien entendu, l'excitabilité exagérée de l'écorce cérébrale chez ces malades. Il est possible que d'autres toxiques interviennent encore dans la pathogénie des symptômes de l'épilepsie. Quoi qu'il en soit, le travail de M. Donath mérite d'attirer l'attention des neuro-pathologistes.

§ 5. — Sciences médicales

L'Hémicraniose. — MM. E. Brissaud et P. Lereboullet ont proposé de désigner sous le nom d'*hémicraniose* un type particulier d'hyperostose localisée à

[1] Dide et Sacquépée : *Soc. de neurol.* de Paris, 18 avril 1901.

[2] J. Donath : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. XXXIX, p. 526-544; 1903.

une moitié du crâne[1]. Dans les deux cas observés, la production osseuse formait, sur un côté du crâne, une sorte de bosse exubérante largement implantée; dans les deux cas existaient des phénomènes nerveux imputables à une néoformation de l'intérieur du crâne; dans un cas, l'autopsie démontra qu'il y avait, en effet, en contact avec le cerveau, des productions osseuses comparables à celles que l'on apercevait au dehors.

Le premier malade présentait depuis son enfance des bosses sur le crâne, lesquelles ont augmenté de volume par la suite. A l'âge de vingt ans survint une *crise convulsive* nocturne : on trouva le jeune homme sans connaissance, le visage rouge, violacé; on lui appliqua des sangsues; il revint à lui, ne conservant de cet accident qu'une sensation de courbature assez marquée. Nouvelle crise, également nocturne, avec convulsions et perte de connaissance, six mois plus tard. Depuis lors, ces crises se sont rapprochées; elles surviennent toutes les six semaines environ.

De telles crises sont souvent symptomatiques d'une tumeur cérébrale. On peut donc penser que les exostoses superficielles s'accompagnent de formations analogues à l'intérieur de la boîte cranienne.

En tout cas, la dénomination d'*hémicraniose* est justifiée par la présence d'une tuméfaction osseuse, en partie masquée par la chevelure du malade, mais facilement appréciable par la palpation, faisant une saillie notable sur la région fronto-pariétale gauche; à sa partie postérieure, cette saillie s'arrête brusquement en avant de l'occipital, et cesse aussi brusquement sur la ligne médiane; en avant et en dehors, elle diminue progressivement. Outre cette hyperostose, on constate également une bosse frontale sus-orbitaire.

La deuxième malade, celle dont on a fait l'autopsie, présentait les mêmes lésions osseuses. C'était une femme, de trente et un ans, ayant d'une part une hemi-hypertrophie cranienne droite remontant à l'enfance, d'autre part des signes évidents de tumeur cérébrale dont le début datait de deux ans et demi.

En effet, elle avait été prise, en 1897, de vomissements bilieux, puis de céphalée, puis de troubles oculaires, qui aboutirent à la cécité en moins de six mois. Jamais de phénomènes convulsifs ni paralytiques; réflexes abolis, parole lente; mais, à part quelques légers troubles de la mémoire, l'intelligence était demeurée parfaite.

L'hémi-hypertrophie faciale droite est peu marquée, mais nette au niveau des maxillaires supérieur et inférieur; l'hypertrophie est plus accusée au front, où l'on voit une forte saillie sus-orbitaire qui s'arrête exactement à la ligne médiane. Il existe, en outre, une exostose volumineuse occupant toute la région fronto-pariétale droite, où elle fait une saillie énorme, comparable à la crête de certains oiseaux.

L'autopsie a montré l'existence d'une double lésion osseuse et méningée : toute la face interne de la dure-mère était, en effet, parsemée de tumeurs ayant l'apparence du sarcome angiolithique. Mais les lésions principales siégeaient à la face interne de la calotte cranienne et du côté droit. Sur une base formée d'un épaississement irrégulier des os frontaux et pariétaux, présentant des épines, des dépressions et des cannelures, venaient s'implanter des tumeurs sessiles de la grosseur de noix ou de noisettes, et de consistance osseuse, qu'on pouvait détacher de la dure-mère. Le cerveau, moulé sur la surface interne du crâne ainsi modifiée, présentait de véritables cavités en regard des plus grosses tumeurs.

Ces deux faits sont, au point de vue des lésions osseuses, superposables; dans les deux cas, il s'agit d'une hémi-hypertrophie cranienne avec participation de la face; mais c'est au crâne surtout que l'hyperostose est développée, d'où le nom d'*hémicraniose*.

Dans les deux cas, l'évolution a été extrêmement lente; les exostoses extérieures, qui dataient de l'enfance, n'avaient fait que grossir insensiblement depuis cette époque; celles de l'intérieur de la boîte cranienne se sont seulement révélées, à vingt ans dans un cas par des phénomènes d'irritation corticale, à vingt-huit ans dans l'autre par des accidents de compression cérébrale.

L'hémicraniose semble un mode de dystrophie exactement inverse de celui que réalise l'hémi-atrophie faciale de Romberg. Ces deux altérations trophiques doivent, en tout cas, être rapprochées; toutefois, dans l'hémicraniose, le tissu osseux seul s'hypertrophie, alors que, dans la trophonévrose de Romberg, les tissus mous de la moitié de la face peuvent être atrophiés aussi gravement que le massif squelettique qu'ils recouvrent.

Existence d'un centre distinct de l'écriture. — M. Hermon C. Gordinier[1], de Troy (N. Y.), rapporte un cas de tumeur de l'hémisphère cérébral gauche qui avait produit chez le malade l'agraphie motrice. D'après lui, cette observation prouverait l'existence d'un centre cortical distinct pour l'écriture, qui aurait la même relation avec les mouvements de l'écriture que le centre moteur du langage avec les mouvements de la parole, et qui serait localisé à la base de la deuxième circonvolution frontale gauche, pour les droitiers, et probablement dans un point correspondant de l'hémisphère droit pour les gauchers. La destruction de ce centre ne produirait qu'une simple agraphie motrice sans aphasie, ni paralysie du bras.

Un nouveau sérum anticancéreux. — C'est le Dr Doyen, de Paris, qui affirme avoir découvert un sérum anticancéreux. Il vient de publier un livre sur le *Micrococcus neoformans*, microbe du cancer, selon lui, après avoir communiqué au Congrès de l'Association française de Chirurgie (Paris, Octobre 1903) des résultats obtenus par l'emploi de son sérum. Sur quatre-vingts cas traités, trente-deux sont favorables. Ce serait un succès; mais le Dr Doyen n'a voulu donner, malgré les observations du Professeur Pozzi, ni la composition, ni le mode de préparation de son sérum, dont il entend se réserver le monopole. Il est regrettable qu'un contrôle scientifique certain ne puisse s'exercer, de par cela même, sur cette découverte, qui constituerait un progrès immense, car on opère le cancer, mais jusqu'à présent on ne le guérit pas. M. Doyen a cependant eu des précurseurs, et plusieurs savants ont déjà essayé, avec des résultats divers, de trouver le remède spécifique du cancer : il faut citer parmi eux Adamkiewicz et Wlaeff, qui ont obtenu quelques succès très appréciables.

L'usage de l'alcool dans les climats tropicaux. — A l'exemple du Dr Rudel, de Livingstone, de Stanley, du général Galliéni et de Lord Roberts, le major Fribig vient de signaler le danger de l'usage de l'alcool dans les climats tropicaux[2]. D'après lui, l'acclimatation est le fait d'une nouvelle régularisation de la circulation sanguine par le système vaso-moteur, lequel est affaibli considérablement par l'usage de l'alcool. Jusqu'en 1898, les soldats allemands, détachés dans les Indes Orientales, recevaient, par jour, un litre de vin; mais, à cette époque, le général von Hentsz réduisit de moitié cette ration, et, de plus, permit aux hommes de toucher en argent la valeur de l'autre moitié. Il fit de même pour les officiers, dont l'exemple encouragea les soldats. A partir de ce moment, beaucoup de ceux-ci devinrent sobres et présentèrent, par cela même, une plus grande résistance à la fatigue. Le major Fribig lui-même est sobre et ne boit pas de vin depuis 1894; quoique âgé de quarante-six ans déjà, il peut sortir

[1] Brissaud et Lereboullet : Deux cas d'hémicraniose. *Société de Neurologie*, 4 juin 1903, in *Revue neurologique*, 15 juin 1903.

[1] *American Journal of the medical Sciences*, septembre 1903, p. 490-503.

[2] Voir *Lancet*, London, 28 novembre 1903.

au moment des plus fortes chaleurs sans être incommodé, et il supporte les étapes les plus longues et les plus rudes avec une résistance beaucoup plus grande que les jeunes soldats ou officiers, trop nombreux, hélas! qui boivent trop d'alcool ou de vin.

L'Œuvre de « La Femme tuberculeuse ». — M. A. Le Chatelier terminait par ces mots l'article qu'il consacrait, dans le dernier numéro de la *Revue*, à la lutte sociale contre la tuberculose : « Parler, c'est déjà quelque chose; — Agir est mieux ». Il semble qu'il pensait à l'œuvre que viennent de fonder Mme la Comtesse de Pomereu, M. Paul Strauss, sénateur de la Seine, et M. le Dr Maurice Letulle, professeur agrégé à la Faculté de Médecine.

Jusqu'à ce jour, les œuvres de prévoyance ou de charité créées en vue de combattre le redoutable fléau s'intéressaient surtout à l'homme. *La Femme tuberculeuse* exercera son action en faveur des femmes pauvres de Paris; elle s'imposera le devoir de préserver et d'assister l'enfant, la jeune fille, la mère. Elle veut fonder — et elle a déjà obtenu des concours — un dispensaire d'hygiène sociale, une maison de repos dans la banlieue parisienne, une maison de convalescence en province. Mais ces concours, si précieux soient-ils, sont loin encore — il s'en faut de beaucoup — de permettre le succès de la campagne énergique que Mme la Comtesse de Pomereu et ses collaborateurs se proposent de mener.

Ceux de nos lecteurs qui seraient désireux d'apporter leur obole à *La Femme tuberculeuse* pourront obtenir des renseignements plus complets en s'adressant à Me Decloux, notaire de l'Œuvre, boulevard Bonne-Nouvelle 10 *bis*, ou à M. C. Naud, éditeur, trésorier de l'Œuvre, 3, rue Racine.

§ 6. — Géographie et Colonisation

Les Hereros. — A part la résistance que les Musulmans du Zanguebar avaient en 1889 opposé à sa domination, l'Allemagne n'avait point jusqu'à présent éprouvé de graves difficultés avec ses sujets africains. Cette situation vient d'être profondément modifiée par le soulèvement des Hereros, la principale peuplade de sa colonie du Sud-Ouest africain. Cette colonie s'étend sur 1.200 kilomètres, depuis le fleuve Counène, qui la sépare au nord de l'Angola portugais, jusqu'au fleuve Orange, qui la sépare au sud de la colonie anglaise du Cap. Baignée à l'ouest par l'Océan Atlantique, elle est séparée à l'est du Betchouanaland britannique par une ligne conventionnelle, tracée dans le désert du Kalahari.

Les Hereros occupent le Damaraland, c'est-à-dire la région médiane de la colonie, celle (et c'est ce qui aggrave les dangers de l'insurrection) où habite la majorité des Européens, et qui est traversée par la voie ferrée, construite entre le port de Swakopmund et Windhœk, siège du Gouvernement. Leurs terrains de parcours s'étendent sur 200 kilomètres du nord au sud et sur 370 de l'est à l'ouest, soit sur une superficie totale de 74.000 kilomètres carrés. Leur nombre s'élèverait, d'après des calculs nécessairement approximatifs, à 65.000 individus, en y comprenant les Ovambandjerous, qui habitent dans le district oriental de Gobabis, et ne diffèrent des Hereros que par des particularités d'idiomes : en style de statistique, leur densité ne dépasserait donc pas 0,8 habitant par kilomètre carré.

Si l'on s'avisait de classer les divers types d'hommes d'après la taille, une place privilégiée reviendrait aux Hereros, dont la stature dépasse en moyenne celle des habitants de l'Europe septentrionale. Leur peau est très noire; ils n'ont pas le facies habituel des nègres, et leur nez, loin d'être écrasé, est parfois aquilin.

Les Hereros ne sont pas cultivateurs; tout au plus se livrent-ils parfois, sous l'influence des missionnaires, à des cultures potagères. Leur occupation unique consiste à élever du gros bétail. Indolents de nature, ils deviennent actifs dès qu'il s'agit d'installer des parcs, de creuser le sol pour procurer de l'eau potable aux bêtes, de se lancer à la poursuite, souvent fort longue, des bœufs égarés.

Les Hereros n'abattent pas leurs bêtes pour les manger; ils se nourrissent communément non de viande, mais de lait aigri. Ils tiennent à leurs troupeaux comme l'avare légendaire, qui pâtit à côté de son trésor plutôt que d'en faire usage, et les Européens éprouvent de grandes difficultés à leur acheter des animaux : ils en obtiennent parfois des bœufs malingres, mais jamais de vaches laitières.

Leurs animaux se distinguent de ceux d'Europe par la longueur des pattes, la finesse de la tête, l'écartement des cornes, qui sont droites et non recourbées, si bien que, de loin, ils ressemblent un peu à de grosses antilopes.

Leur profession d'éleveurs se manifeste dans tous les usages des Hereros. Leurs vêtements, grands manteaux, tabliers, ceintures que les femmes ornent par coquetterie de fragments d'œufs d'autruches, sont taillés dans des peaux de bœufs. Ces ceintures sont retenues par une courroie, qui, détail pittoresque, sert pour ainsi dire de « livret de famille », le Herero marquant la naissance de chacun de ses enfants par un nœud, qui est défait si l'enfant périt.

Dans leurs danses, les femmes miment les spectacles que le pâturage leur offre journellement. Elles font semblant de se disperser dans la prairie, de s'étendre pour ruminer, puis de se relever joyeusement pour courir à l'abreuvoir, et d'appeler les veaux en mugissant.

Les usages funèbres s'inspirent du même esprit. C'est dans une peau de bœuf que les morts sont ensevelis. On sacrifie sur la tombe des bœufs dont la chair est ensuite mangée en famille et dont les crânes, proprement nettoyés, sont plantés sur des branches d'arbres.

Cette vie pastorale a développé au suprême degré l'individualisme parmi les Hereros; les chefs n'ont pas d'autorité. Les Allemands, dont l'administration s'accommodait mal de cette désunion entre les indigènes, ont essayé de faire adopter aux Hereros un chef unique. Mais le pouvoir réel de ce personnage, nommé Samuel Maharero, ne s'étend pas au delà d'Okahandja, son village.

Les Hereros n'ont pas choisi cette manière de vivre; la nature de leur pays la leur a imposée.

La quantité de pluie qui tombe annuellement sur le Damaraland n'est pas très abondante : elle varie entre 30 et 50 centimètres; mais le défaut principal de ces précipitations, c'est leur inégale répartition sur l'ensemble de l'année. Cinq mois, mai, juin, juillet, août et septembre, sont entièrement secs; il ne pleut que médiocrement en mars et en avril, en octobre et en novembre; les seuls mois réellement pluvieux sont décembre, janvier et février. Aussi la végétation du Damaraland est-elle celle des climats secs; elle est caractérisée par la présence des essences épineuses, des bois piquants, des acacias que les Hollandais du Cap nomment *wacht-en-bijte* (gare-aux-piqûres).

Entre ces bois épineux, s'étendent les pâturages; mais l'herbe, loin d'y former un tapis continu, se compose de touffes entre lesquelles la terre reste dénudée. Sous un pareil climat, toute culture est impossible sans irrigations artificielles, et la seule chose que l'on puisse demander au sol, c'est de nourrir du bétail. Les géographes allemands qui ont étudié cette colonie déclarent qu'on n'en peut faire qu'un pays d'élevage. Les Hereros l'ont depuis longtemps compris. Leur mode d'existence est un exemple frappant de la dépendance absolue dans laquelle l'homme se trouve parfois de la Nature.

Henri Dehérain,
Sous-bibliothécaire de l'Institut.

Une Conférence coloniale à l'Université de Leipzig. — Le Lieutenant-général en retraite de Liebert, ancien gouverneur de l'Est africain allemand, a fait, à l'Université de Leipzig, une conférence sur « les obligations nationales et le but à atteindre en matière

coloniale ». Il a critiqué vivement le formalisme et la lenteur des procédés administratifs allemands. « Nous ne gouvernons nos colonies que d'un œil, a-t-il dit, tandis que l'autre est continuellement braqué sur Berlin. » De là résulte un malaise qui se répercute au loin et dont le premier effet est de ralentir l'essor de pays au moins aussi riches et aussi fertiles que les possessions anglaises des Indes.

L'Allemagne, selon le conférencier, doit s'efforcer d'agrandir son domaine colonial. En raison de l'accroissement rapide de sa population et de l'émigration, qui en est la conséquence, il importe qu'elle ait, en d'autres parties du monde, des *pays allemands* où elle puisse déverser son trop-plein. « L'Amérique, a-t-il dit, est le tombeau de la nationalité allemande. » D'autre part, le développement inouï de l'industrie nationale impose également l'obligation de créer des débouchés sûrs, c'est-à-dire incapables d'être influencés par des traités de commerce. Or, seuls les pays de protectorat et les colonies remplissent cette condition.

En outre, M. de Liebert estime que l'extension du domaine colonial et l'émigration qui devra en résulter seront les soupapes les plus capables d'empêcher l'explosion de la révolution sociale en Allemagne.

En terminant, il a soutenu que l'Empire ne devait pas se désintéresser de la question du Maroc, ni de celle du Siam, qu'il devait avoir l'œil constamment ouvert sur les possessions hollandaises de l'archipel asiatique, afin de pouvoir prendre, le jour de la liquidation venu, sa part d'un gâteau que convoitent, depuis longtemps déjà, l'Angleterre et les Etats-Unis. « Enfin, a-t-il conclu, ne nous laissons pas arrêter par un sentiment de fausse honte et n'hésitons pas, lorsqu'une nation fait faillite, comme ç'a été, par exemple, le cas de l'Espagne, n'hésitons pas à acquérir, par voie d'achat ou autrement, les débris de sa succession capables de nous fournir des dépôts de charbon ou des points d'appui pour notre flotte. »

§ 7. — Enseignement

L'Agrégation de l'Enseignement secondaire et le Doctorat. — Un groupe important de docteurs ès sciences et ès lettres se plaignent que leur grade, le plus élevé de l'Enseignement supérieur et le seul requis pour accéder au professorat dans cet Enseignement ou pour occuper la situation de recteur, ne leur donne point accès au professorat dans les classes supérieures de l'Enseignement secondaire. Ils présentent à ce sujet au Parlement une réclamation qui mérite examen et au sujet de laquelle nous croyons devoir émettre les remarques suivantes :

1° En France, l'agrégation de l'Enseignement supérieur n'existe que pour les Facultés de Droit, les Facultés de Médecine et l'Ecole supérieure de Pharmacie; ne sont admis à prendre part au concours pour cette agrégation que les docteurs en droit, les docteurs en médecine et les personnes pourvues du diplôme de pharmacien de première classe. — Les Facultés des Sciences et les Facultés des Lettres, dont tous les professeurs sont docteurs ès sciences ou docteurs ès lettres, n'ont pas d'agrégés.

2° Le diplôme d'agrégé de l'Enseignement secondaire ne donne nullement accès aux Facultés; il est requis pour professer l'une des classes supérieures dans les établissements d'Enseignement secondaire. Les licenciés sont admis au concours pour cette agrégation.

L'infériorité du grade d'agrégé de l'Enseignement secondaire par rapport au grade de docteur ressort manifestement de ce fait que le premier ne donne aucun accès au professorat dans nos Facultés, aucun accès à l'agrégation en Droit, en Médecine ou en Pharmacie, tandis que le second permet, à qui en est investi, de concourir pour l'agrégation en l'un de ces trois ordres ou de se porter candidat au professorat dans les Facultés des Sciences et des Lettres.

Or, actuellement, les docteurs ès sciences ou ès lettres, parmi lesquels se recrutent exclusivement, comme il vient d'être dit, les professeurs de l'Enseignement supérieur, ne sont pas, du seul fait de leur grade, admis à professer dans les classes supérieures de l'Enseignement secondaire. Ils se plaignent de cette exclusion, disant : « Nous, docteurs, dont le grade est supérieur à celui du simple agrégé de l'Enseignement secondaire, nous nous trouvons exclus des classes supérieures des lycées, que l'on confie à nos inférieurs. C'est absurde et injuste. »

Les agrégés de l'Enseignement secondaire répondent, d'autre part, aux docteurs : « Votre grade témoigne de votre science, mais non de votre aptitude pédagogique; le nôtre atteste que nous savons enseigner. Vous pouvez accomplir de beaux travaux dans les Facultés; dirigez-vous vers elles, et laissez-nous, conformément à notre compétence, faire modestement la classe dans nos lycées. »

La riposte serait valable si le diplôme d'agrégé de l'Enseignement secondaire sanctionnait réellement la capacité pédagogique. Hélas ! hélas ! combien loin sommes-nous de cet idéal ! En fait, si l'on prenait au hasard, d'une part, cent docteurs ès sciences ou ès lettres et, d'autre part, autant d'agrégés de l'Enseignement secondaire, et que l'on comparât leur talent de professeur, de quel côté serait, à ce point de vue, la supériorité ? Il est douteux, nous le croyons du moins, que les docteurs soient battus. Dès lors, pourquoi ne pas leur ouvrir, aussi bien qu'à leurs inférieurs en grade, les portes des lycées ? L'exclusion contre laquelle ils protestent ne paraît pas justifiée.

Louis Olivier.

Personnel universitaire. — M. Paquier, docteur ès sciences, maître de conférences de Géologie à la Faculté des Sciences de Lille, est chargé d'un cours de Géologie à la Faculté des Sciences de Toulouse.

M. Blein est nommé agrégé préparateur de Physique à l'Ecole Normale Supérieure.

M. Fortin est nommé agrégé préparateur-adjoint de Physique à l'Ecole Normale Supérieure.

M. Ollivier, professeur de Physique au Lycée de Besançon, est nommé agrégé préparateur-adjoint de Chimie à l'Ecole Normale Supérieure.

M. Blaringhem est nommé agrégé préparateur de Géologie à l'Ecole Normale Supérieure.

M. Vaney, agrégé des Sciences naturelles, docteur ès sciences, chef des travaux de Zoologie, est nommé maître de conférences de Zoologie à la Faculté des Sciences de Lyon.

M. Bouin, docteur ès sciences, est nommé maître de conférences de Zoologie appliquée à la Faculté des Sciences de Nancy.

M. Gautier, docteur ès lettres, est chargé d'un cours de Géographie de l'Afrique à l'Ecole des Lettres d'Alger.

M. Douxami, docteur ès sciences, professeur de Sciences naturelles au Lycée Montaigne, est nommé maître de conférences de Géologie à la Faculté des Sciences de Lille.

M. Gayon, professeur de Chimie à la Faculté des Sciences de Bordeaux, est nommé doyen de ladite Faculté.

M. Mairet, professeur de Clinique des maladies mentales et nerveuses à la Faculté de Médecine de Montpellier, est nommé doyen de ladite Faculté.

SUR LES DÉFORMATIONS DES SOLIDES

La question des déformations des solides a été travaillée de toutes les façons. Il en existe une histoire en trois gros volumes, dont le seul défaut est de ne pas être complète.

Cependant, à lire de nombreux Mémoires, dont quelques-uns tout récemment parus, on s'imaginerait que la question est entière, et qu'on peut y faire des découvertes notables sans seulement s'enquérir de ce qu'ont énoncé plusieurs générations de chercheurs. Les traités classiques sont à peu près muets, les savants reculent de plus en plus devant la lecture de copieuses et vieilles publications; aussi devons-nous une grande reconnaissance à la *Revue générale des Sciences* qui nous offre des résumés substantiels mettant les questions au point. C'est un tel exposé que je m'efforcerai de faire; il ne s'agit pas pour moi de tout dire, ni de faire une réclame à mes Mémoires, nombreux et volumineux; j'en donne ci-dessous la liste par acquit de conscience[1]; il s'agit de crier casse-cou aux chercheurs, d'éviter qu'ils perdent leur temps et s'exposent bénévolement à la désagréable surprise de découvrir l'Amérique.

La méthode la plus simple que je puisse suivre dans cet exposé est la méthode historique. Non que je veuille m'astreindre à tout raconter : je commencerai à Coulomb et ne remonterai pas à Galilée. On verra comment, peu à peu, les questions se sont introduites et comment on a dû compliquer, de plus en plus, les hypothèses et superposer les théories. Je parlerai aussi des techniques : nous sommes arrivés à un point critique. Si l'on veut enfin sortir de la confusion actuelle, il faut abandonner des techniques rudimentaires qui ont fait leur temps, quitter l'espoir de fournir d'ici huit jours des résultats applicables à l'industrie, reprendre tous les problèmes et jusqu'aux définitions, lentement, patiemment, sûrement, comme il sied à des savants de laboratoire.

I

Le premier Mémoire que je citerai, parce qu'il est fondamental et toujours actuel, parut en 1784. Ce travail de Coulomb avait deux objets : le premier, de déterminer la force élastique de torsion des fils de fer et de laiton relativement à leur longueur, leur grosseur, leur tension; le second, d'évaluer l'imperfection de la réaction élastique et d'en déduire les propriétés de la cohésion pour les corps solides. Dès ce premier Mémoire, nous trouvons donc nettement séparés deux groupes de phénomènes : les phénomènes de l'élasticité parfaite d'une part, les déformations permanentes de l'autre. Coulomb se représente la matière comme hétérogène : je cite tout le passage, car ses idées reviendront, sous des formes diverses, dans les théories les plus modernes :

« Voici, dit-il, comment on peut expliquer l'*élasticité* et la *cohérence* des métaux : Les parties intégrantes du métal ont une *élasticité* qu'on peut regarder comme parfaite, c'est-à-dire que les forces nécessaires pour comprimer ou dilater ces parties intégrantes sont proportionnelles aux dilatations ou compressions qu'elles éprouvent; mais elles sont liées entre elles par la cohérence, quantité constante et absolument différente de l'élasticité. Dans les premiers degrés de torsion, les parties intégrantes changent de figure, s'allongent ou se compriment, sans que les points par où elles adhèrent entre elles changent de place, parce que la force nécessaire pour produire ces premiers degrés de torsion est moins considérable que la force d'adhérence; mais, lorsque l'angle de torsion devient tel que la force avec laquelle ces parties sont comprimées ou dilatées est égale à la cohérence qui unit ces parties intégrantes, pour lors, elles doivent se séparer et glisser l'une sur l'autre. Ce glissement des parties a lieu pour tous les corps ductiles; mais si, par ce glissement des parties les unes sur les autres, le corps se comprime, l'étendue des points de contact augmente et l'étendue du champ d'élasticité devient plus grande. Ce qui prouve qu'il faut distinguer la cause de l'élasticité de l'adhérence, c'est qu'on peut faire varier la cohérence à volonté par le degré de recuit, sans altérer pour cela l'élasticité ».

Ainsi Coulomb distingue soigneusement l'*élasticité* de la *cohérence* ou *cohésion*. Les phénomènes appartiennent à des groupes différents, parce que nous ne pouvons les faire varier les uns sans les autres. Prenons un fil de platine qu'on vient de faire passer à la filière; recuisons-le. Le module de tor-

[1] *Annales de Physique et de Chimie* : Torsion des fils fins, 63 p. (XI, 1897); Pertes d'énergie dans les phénomènes de torsion, 39 p. (XIV, 1898); Définition de la mollesse des fils métalliques, 8 p. (XIV, 1898); Sur la théorie des déformations permanentes, 43 p. (XXIII, 1901).

Journal de Physique : Expériences de torsion, 12 p. (VIII, 1899); Petites oscillations de torsion, 12 p. (I, 1902).

Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse : Oscillations à peu près sinusoïdales, 76 p. (XI, 1897); Exposé et discussion des principales expériences de torsion, 25 p. (XII, 1898); Courbes de déformation, 25 p. (XII, 1898), 44 et 54 p. (I, 1899); 65 et 36 p. (II, 1900); 66 et 35 p. (III, 1901); 90 p. (IV, 1902).

sion *croît*, tandis que la matière est devenue molle comme du plomb. L'élasticité s'est accrue, la cohésion a diminué. Cette citation montre aussi comment s'est introduite dans la science l'idée dualistique de molécules noyées dans un ciment ou, plus généralement, l'idée d'une matière hétérogène.

Je sais que plusieurs considèrent comme vieux jeu les représentations concrètes et mécaniques. Tout le monde est d'accord sur ce point : ce ne sont que des transpositions grossières. Mais, ainsi que M. Brillouin l'a montré jadis aux lecteurs de cette *Revue*, laissons les gens raisonner suivant leur tournure d'esprit; l'important est qu'ils aboutissent à des énoncés corrects, à des équations qui représentent rigoureusement les phénomènes.

La question peut être prise de plus haut, et, au sujet de cette citation, il est bon de discuter le problème général suivant, dont la solution nous guidera par la suite : Est-il préférable de compliquer une théorie ou de superposer plusieurs théories? Dire que la matière est hétérogène, attribuer certains phénomènes au ciment visqueux, certains autres aux molécules solides, c'est superposer deux théories, que l'on peut traiter indépendamment l'une de l'autre.

Imaginons qu'on ne connaisse à peu près rien en Optique et qu'on découvre un corps possédant toutes les propriétés actuellement connues : double réfraction ordinaire et rotatoire, dispersion anormale, mâcles bizarres, etc. Le savant qui chercherait une théorie embrassant simultanément tous ces phénomènes particuliers risquerait fort d'aboutir à un échec. Heureusement ces propriétés peuvent exister isolément; on les a donc étudiées à part et l'on a construit une série de théories, *d'ailleurs plus ou moins contradictoires entre elles*, qui *expliquent* l'un ou l'autre des groupes de phénomènes; quitte, dans un temps plus ou moins éloigné, à relier ces essais et à édifier la théorie définitive, à supposer qu'on le puisse jamais.

Cette marche est prudente et logique. Elle n'est possible que si l'on a classé les phénomènes en groupes rationnels, ce qui est aisé en Optique où ils se rencontrent rigoureusement isolés, ce qui est beaucoup plus compliqué dans l'étude des déformations. Coulomb nous ouvre la voie et indique même à quel critérium nous reconnaîtrons que les phénomènes forment des groupes distincts; on peut faire varier les uns sans modifier les autres notablement.

Il semblerait que tout le monde ait dû suivre un exemple si sage; quelques physiciens sont plus hardis. M. Duhem, par exemple, pose des hypothèses générales, puis construit une théorie qui doit tout expliquer, depuis le recuit et la trempe jusqu'à la réactivité. Naturellement, chaque fois que la théorie ne suffit plus, il la complique par un procédé automatique qui consiste à ajouter une variable supplémentaire. M. Duhem croit que sa théorie explique la plupart des phénomènes; je prétends qu'elle n'en explique aucun. Les pièces du procès sont publiées : elles comprennent, à citer seulement ses Mémoires et les miens, 1.500 pages in-quarto. Il est probable que le lecteur s'en rapportera à l'un de nous, sans y aller voir de ses yeux. Quoi qu'il en soit, si M. Duhem avait réussi, ce serait par une chance unique dans l'histoire de la science et absolument inespérée. Le tour de force accompli laisserait loin derrière lui les découvertes de Newton. Mais, dans son dernier Mémoire, M. Duhem avoue lui-même qu'il n'a pas réussi, que, « quoi qu'on puisse penser de mes critiques, il ne lui paraît pas douteux que le fond n'en soit en partie justifié », et, suivant la méthode de Coulomb, il superpose une nouvelle théorie à l'ancienne.

Ainsi, que l'on se fasse une idée matérielle des phénomènes et que l'on se représente un ciment et des molécules et généralement une matière hétérogène, ou que l'on superpose des théories partielles, tout le monde est actuellement d'accord sur la marche à suivre pour sérier les difficultés.

II

Je n'ai pas besoin de rappeler comment la première moitié du dernier siècle a vu la théorie des *phénomènes purement élastiques* parvenir à un haut degré de perfection, grâce aux efforts de Navier, de Cauchy, de Clapeyron, de Saint-Venant, de Lamé. Il est peut-être moins inutile de dire comment on a traité le second problème, celui de la *cohésion*. Des discussions récentes, sur lesquelles je n'ai garde d'insister, ont montré que l'enseignement est singulièrement confus sur ce point. Et, bien qu'il s'agisse de questions archiclassiques, il est nécessaire que je les résume brièvement.

Nous distinguerons deux sortes de cohésion : la *cohésion normale* et la *cohésion tangentielle*. L'exemple suivant en fera comprendre la définition et le rôle. Soient deux disques de verre accolés; essayons de les séparer : nous pouvons tirer normalement au plan de contact et évaluer la *cohésion normale* par la force nécessaire à l'écartement. Nous pouvons, au contraire, les faire glisser l'un sur l'autre; la force nécessaire au déplacement mesure la *cohésion tangentielle*. S'il s'agit non plus de deux disques, mais d'une masse indéfinie, il y a cession de matière dans le premier cas par rupture normale, dans le second par glissement. L'histoire de la théorie des déformations permanentes des solides consiste, presque en totalité, dans l'importance relative qu'on a donnée, suivant les époques,

à la cohésion normale et à la cohésion tangentielle.

Il m'est impossible de m'étendre longuement sur cet historique : on voudra bien se reporter à la première partie de mon Mémoire sur les courbes de déformation et à mon Mémoire sur la théorie des déformations permanentes. Je vais indiquer en quelques mots quelles sont les solutions proposées.

Dans leur Mémoire sur l'équilibre intérieur des corps solides homogènes, Lamé et Clapeyron admettent que, pour savoir si des efforts peuvent être supportés par un corps, il suffit de calculer en tout point l'*ellipsoïde d'élasticité*. La condition de possibilité pour ces efforts est que la tension principale maxima ne dépasse pas une longueur donnée qui caractérise la matière, quelles que soient, d'ailleurs, les valeurs des deux autres tensions. Or, comme les axes de l'ellipsoïde d'élasticité mesurent les tensions normales, on voit que ces auteurs donnent une importance prépondérante à la cohésion normale : en particulier, la rupture se fait normalement à un plan. L'hypothèse de Saint-Venant aboutit à un autre critérium, mais ses conclusions sont les mêmes sur le rôle relatif des deux espèces de cohésion. Pour lui, il n'y a pas d'efforts dangereux; il y a des extensions dangereuses. Pour savoir si un corps peut résister à des déformations, il faut calculer la plus grande dilatation produite par ces déformations, calculer par conséquent l'*ellipsoïde des dilatations*. La valeur de ses axes indique où se trouve la plus grande dilatation et quelle elle est. Si cette dilatation dépasse une limite déterminée une fois pour toutes et caractéristique de la matière considérée, le corps ne peut résister à la déformation. Cette théorie fait encore intervenir principalement la cohésion normale.

Tout différente est la théorie de Coulomb, première en date, puisqu'elle remonte à 1773. Appelons N la composante de la pression normale à un plan, T la résultante des composantes tangentielles; Coulomb admet que chaque élément de surface résiste à une force tangentielle limite [T], qui est fonction de la composante normale actuelle N; [T] croît quand N croît, si N est une pression; décroît quand N croît, si N est une traction. Tout se passe comme pour le frottement de deux corps solides distincts. Les mouvements, donnant lieu aux déformations permanentes à l'intérieur de la masse, se font tangentiellement aux plans pour lesquels on a dépassé la limite [T] qui mesure la cohésion tangentielle.

A la vérité, Coulomb envisage aussi la possibilité d'une rupture; contre la cohésion normale, il admet qu'il ne peut exister une traction normale supérieure à une certaine limite [N]. Pratiquement, d'ailleurs, excepté pour les liquides, la limite tangentielle [T] intervient seule.

Il va de soi que cet exposé, très fidèle, de la théorie de Coulomb ne reproduit pas les termes dont se servait Coulomb en 1773. La théorie de Coulomb a été reprise, depuis, par Duguet dans deux petits livres d'un vif intérêt. Il la développe sans y ajouter, d'ailleurs, rien d'essentiel.

Aujourd'hui, il semble bien que c'est en suivant la voie tracée par Coulomb qu'on parviendra à une théorie satisfaisante. Malheureusement, la mise en œuvre des hypothèses de Coulomb est malaisée, et, comme je l'ai montré dans un Mémoire paru dans les *Annales de Physique*, on a voulu, pour lui donner un rôle pratique et l'exprimer par des formules, la simplifier à tel point que, dans son état actuel, elle prête à de graves critiques.

Quoi qu'il en soit de ces difficultés, on admet généralement aujourd'hui que les déformations se font par glissement. Les expériences déjà anciennes de Tresca sur l'écoulement des solides avaient, en partie, comblé l'abîme creusé entre les solides et les liquides. Plus récemment, les intéressantes expériences du colonel Hartmann ont prouvé que, par suite des déformations, apparaissent des stries qui sont très sensiblement dirigées dans les plans de glissement indiqués par la théorie de Coulomb. Tous ces faits, et un grand nombre d'autres que je ne puis exposer, militent en faveur de cette théorie, quelles que puissent être, d'ailleurs, les modifications de détail qu'elle aura à subir.

D'autre part, la discussion des théories de Lamé-Clapeyron et de Saint-Venant amène la conviction qu'elles sont insoutenables. Elles conduisent à des calculs faciles et à des formules applicables; mais nous voilà bien avancés, si ces formules ne représentent rien de réel! Qui prétendra sérieusement que la déformation ne dépend que de la tension principale maxima, ou de l'extension principale maxima, sans qu'on ait à se préoccuper des autres tensions ou extensions principales? Comme on s'est beaucoup servi de ces théories dans la pratique, pour calculer la résistance des matériaux, les sceptiques en concluent que ce calcul est fait au petit bonheur ou qu'il est purement empirique. Ils ne font pas cette constatation dans le seul désir de railler, mais ils veulent qu'on ne s'attache pas trop vite aux applications de la science; il ne leur déplaît pas de voir cette hâte d'être pratique conduire les savants à des théories manifestement incomplètes, inexactes, erronées. Le travail de laboratoire ne doit pas se proposer d'être utile à l'industrie; il l'est par surcroît : vérité banale qu'il faut bien qu'on répète de temps à autre. Ce m'est un soulagement, quand on me demande si mes dix ans d'expériences auront une conséquence industrielle immédiate, de

répondre que je suis persuadé du contraire. Il semble qu'on ne puisse travailler utilement sans se proposer d'augmenter le rendement des locomotives ou de diminuer le fer qui servira à la construction de futures tours Eiffel.

III

Que se passe-t-il pour les liquides? Il est de toute évidence que la cohésion tangentielle, qu'il ne faut pas confondre avec la viscosité, est extrêmement faible. C'est la définition même de la fluidité. Il est non moins certain que la cohésion normale est fort grande; voici longtemps que la question est étudiée et théoriquement et expérimentalement. Théoriquement d'abord : Laplace, dans le supplément au livre X de la *Mécanique céleste*, cherche l'attraction par unité de surface qui s'exerce à travers un plan entre des masses liquides situées de part et d'autre de ce plan; il arrive à une intégrale célèbre qui revient souvent dans les travaux modernes et en particulier dans le Mémoire classique de M. van der Waals sur la continuité de l'état liquide et gazeux. Cette intégrale est une limite supérieure de l'effort à effectuer pour partager un liquide normalement à un plan : c'est donc la limite supérieure de la cohésion normale. Ce n'est qu'une limite, et généralement la rupture se fait pour des tractions normales très inférieures; il y a *formation de vapeur*. Laplace indique l'ordre de grandeur de la cohésion normale; on l'obtient en divisant la tension superficielle par le rayon d'activité moléculaire.

Au point de vue expérimental, la question a été abordée par deux méthodes. La première, qui date de 1850, est due à M. Berthelot. Il s'agit toujours d'exercer sur un liquide une traction normale uniforme, seul genre de traction que sa nature liquide puisse tolérer, si nous négligeons pour un instant des phénomènes récemment découverts, sur lesquels nous reviendrons plus loin. Plaçons de l'eau dans un ballon de verre, faisons bouillir pour chasser l'air, fermons à la lampe. Supposons que le ballon ne soit pas complètement plein; échauffons-le jusqu'à ce qu'il le devienne grâce à la dilatation du liquide. Enfin, laissons-le refroidir. Il peut se faire que le liquide n'abandonne pas la paroi du verre, qu'il ne se forme pas de vapeur, malgré l'énorme traction qu'il subit du fait même de son refroidissement, traction qu'on peut évaluer à plus de 100 atmosphères.

La seconde méthode est due à Pacinotti. Voici comment M. Duclaux décrit son expérience dans le *Journal de Physique* : On remplit comme à l'ordinaire un tube barométrique, et, après avoir recueilli aussi bien que possible les bulles d'air adhérentes aux parois, on remplace la grosse bulle d'air qui a servi à cet usage par de l'éther, on ferme l'orifice avec le doigt, et on renverse sur la cuve à mercure. On incline le baromètre jusqu'à ce qu'il se remplisse de nouveau de mercure; on le reprend et on le retourne de façon à faire remonter l'éther et la petite bulle d'air qui le surmonte d'ordinaire. On ajoute un peu de mercure de façon à chasser une partie de l'éther. On ferme le tube et on le retourne de nouveau, en ne retirant le doigt que lorsque le tube est bien vertical. On voit alors, si l'opération a été bien faite (c'est-à-dire si l'on est parvenu à chasser l'air d'une façon suffisamment complète), l'éther et le mercure rester adhérents au sommet, alors même que la colonne de mercure a plus de 760 millimètres de hauteur. On peut donc *tirer* sur un liquide sans qu'il se vaporise; c'est un cas particulier du retard d'ébullition.

Nous avons dit plus haut que, dans sa théorie, Coulomb considère aussi pour les solides une limite à la cohésion normale. L'impossibilité où nous sommes d'exercer sur des solides des tractions *uniformes* normales assez grandes empêche toute vérification de son existence. La même difficulté n'existe pas pour les liquides, puisque c'est automatiquement que la traction devient uniforme.

Existe-t-il pour les liquides des réactions statiques tangentielles contre les déformations (élasticité parfaite) et une limite à ces réactions (cohésion tangentielle)? Les plus récentes expériences semblent prouver que, sous ce rapport, les liquides se rapprochent des solides. Mais la valeur du coefficient (coefficient μ de Lamé, module de rigidité) qui intervient alors, et, d'autre part, la limite de la cohésion tangentielle sont extrêmement petites. Le liquide cède *pratiquement* pour des efforts tangentiels nuls; sa viscosité intervient alors, mais en tant que phénomène dynamique dont la grandeur dépend de la vitesse de déformation.

On sait que la cohésion normale n'intervient pas dans le sectionnement des cylindres liquides ni dans la formation des gouttes avec le compte-gouttes. Le sectionnement se fait sensiblement de même pour les cylindres laminaires (formés avec des membranes liquides) et les cylindres pleins (formés avec de l'huile en équilibre de densité dans un mélange d'alcool et d'eau). Le poids des gouttes n'est pas proportionnel à la section d'attache au moment où l'équilibre est rompu, mais à la circonférence d'attache (loi de Tate); les forces capillaires à peu près seules font équilibre au poids de la goutte. Les phénomènes sont d'ailleurs complexes; l'influence de la vitesse de formation des gouttes n'est pas nulle; mais, en somme, le gros du phénomène est bien tel que le veut la théorie classique.

IV

Les faits ne sont pas aussi simples que l'indiquent les théories de l'élasticité et des déformations permanentes que nous venons de rappeler. En particulier, ces théories conduisent immédiatement à la notion de *limite d'élasticité*, notion vaine et démentie par les faits.

Traçons la *courbe de traction*; faisons croître la tension et déterminons la longueur correspondante. La courbe est une droite pour de petites déformations, puis insensiblement elle devient plus ou moins parabolique. Dire à quel moment elle cesse d'être droite, est un problème à peu près aussi bien posé que celui qui consisterait à dire quand une tangente se sépare de sa courbe. C'est une affaire d'appréciation qui n'a rien de scientifique. Les théories précédentes indiqueraient l'existence d'un point anguleux sur la courbe de traction; ce point, personne n'a jamais pu le constater, et Wertheim, voilà cinquante ans, s'élevait déjà contre la notion de tension limite d'élasticité.

On a cherché, dans ces derniers temps, à lui substituer une tension moins sujette à contestation : la tension qui, par exemple, allongerait la pièce d'un, de deux, de *n*... millièmes.

Je ne conteste pas l'utilité pratique de ces dernières notions, mais je ne leur vois pas non plus d'utilité théorique; ce que nous avons de mieux à faire, nous autres physiciens, c'est de ne pas faire intervenir de pareilles considérations dans nos raisonnements. Aussi bien, les ingénieurs n'utilisent la limite d'élasticité que pour rester au-dessous; s'ils veulent simplement dire qu'au dessous d'une certaine charge, un fil ne s'allonge *pratiquement* pas, tout le monde est d'accord; s'ils veulent spécifier que pour une certaine charge commencent les déformations permanentes, je répète que c'est faux et qu'une telle limite est impossible à préciser.

L'emploi de notions aussi vagues que la prétendue limite a le fâcheux résultat d'induire à des conséquences non seulement fausses, mais logiquement absurdes. On est habitué à parler d'une limite pour la traction; naturellement on parle d'une limite pour la torsion et la flexion. Cependant, alors même qu'il existerait sur la courbe de traction un point anguleux correspondant à cette limite, ce point ne saurait exister sur la courbe de torsion ou de flexion, en vertu de ce fait que les phénomènes ne sont plus homogènes.

On peut considérer le cylindre plein qu'on tord comme formé de cylindres creux infiniment minces, concentriques et inégalement déformés. Soit R le rayon du fil, auquel nous supposons l'unité de longueur, α sa torsion mesurée en radians; la déformation, sur un cylindre creux infiniment mince de rayon r, est proportionnelle à $r\alpha$. Soit f la force tangentielle qu'exerce chaque élément de surface de la section droite du fil; généralement, f est une fonction de $r\alpha$, c'est-à-dire de la déformation. Le couple qui correspond à chaque cylindre élémentaire est $2\pi r^2 f dr$, et le couple total est

$$C = 2\pi \int_0^R r^2 f dr.$$

Dans les théories précédentes, f croît proportionnellement à $r\alpha$, tant qu'il reste inférieur à une limite F; nous pouvons poser $f = \mu r\alpha$, d'où $C = \frac{\pi}{2}\mu R^4\alpha$, formule bien connue. Elle s'applique tant que $\mu R\alpha < F$, c'est-à-dire tant que la torsion α reste au-dessous de la limite $\alpha_1 = \frac{F}{R\mu}$. Quand la torsion dépasse cette valeur, les cylindres élémentaires arrivent peu à peu à la limite d'élasticité en commençant par les plus extérieurs.

Supposons, par exemple, que la tension α' soit telle que $\mu r'\alpha' = F$; tous les cylindres dont les rayons sont compris entre r' et R ont dépassé leur limite d'élasticité. Ils fournissent alors un couple :

$$C_1 = 2\pi \int_{r'}^R F r^2 dr;$$

le couple total est $C = C_1 + C_2$, et l'on a :

$$C_2 = 2\pi\mu \int_0^{r'} \alpha r^3 dr.$$

Le calcul s'achève aisément et l'on trouve que la courbe de torsion est d'abord une droite :

$$C = \frac{\pi}{2}\mu R^4\alpha,$$

qui se raccorde tangentiellement à la courbe :

$$C = \frac{\pi}{6} F R^3 \left(4 - \frac{F^3}{\alpha^3 R^3 \mu^3}\right);$$

les deux courbes sont valables : la première jusqu'à la limite α_1 donnée par la formule $\mu R\alpha_1 = F$, la seconde au delà de cette limite. Pour $\alpha = \alpha_1$, elles ont même couple :

$$C = \frac{\pi}{2} R F$$

et même tangente :

$$\frac{dC}{d\alpha} = \frac{\pi}{2}\mu R^4.$$

Ces considérations sont dues à J. Thomson et datent de 1848. J'ai prouvé, dans mes Mémoires, que la courbe de torsion expérimentale s'éloigne beaucoup de cette forme théorique. En tout cas, il n'y a pas de point anguleux, même dans l'hypothèse d'une limite nette à partir de laquelle com-

mencent les déformations dans chaque partie de la masse. Il en est de même pour la flexion.

Une seconde conséquence des théories précédentes est une loi dont l'importance pratique serait considérable, qui a été énoncée par Coulomb, reprise par Gerstner et plus récemment par Tresca; elle n'est malheureusement qu'une assez grossière approximation : *Un corps déformé par une certaine force ou un certain couple devient parfaitement élastique pour toutes les forces ou tous les couples inférieurs aux précédents.*

Imaginons que l'on dépasse la limite d'élasticité indiquée par les théories précédentes : *le corps se déforme;* tout le monde admet que, simultanément, *il se transforme.* Le ciment se modifie; pour parler comme Coulomb, l'étendue du champ d'élasticité augmente. On peut dire que le corps change *d'état*, *s'écrouit*, en prenant ces mots dans leur sens le plus général. Du seul fait qu'il a pu supporter certaines forces ou certains couples, on a conclu qu'il était devenu parfaitement élastique pour toutes les forces et tous les couples inférieurs à ceux qu'il a pu subir antérieurement.

Une première conséquence qu'on a tirée de ces principes est que *la courbe de retour au couple nul ou à la force nulle doit être rectiligne.* Wiedemann, par exemple, dans son très intéressant Mémoire sur la torsion, admet qu'il en est ainsi. La fausseté d'une telle affirmation devient évidente dès qu'on utilise des appareils à indications continues; j'ai pu montrer que la courbure de la courbe de retour est à ce point prononcée, que la tangente $\frac{dC}{d\alpha}$ de passage au couple nul est à peu près égale à la moitié de la tangente qui correspondrait à l'élasticité parfaite.

Voici une seconde conséquence : Décrivons, par exemple, une courbe de traction jusqu'à la charge F; revenons à la charge nulle, puis recommençons à charger. D'après la règle que nous discutons, le fil serait parfaitement élastique quand la charge passe de F à 0 et croît à nouveau de 0 à F; les deux courbes correspondantes seraient rectilignes et superposées.

Nous venons de voir qu'il n'en est pas ainsi. Mais, de plus, nous devrions aboutir pour la charge F à l'extrémité même de la première courbe de traction. Si, alors, nous dépassons cette charge, la courbe que nous décrirons devrait être la continuation de la première courbe de traction, celle même que nous aurions obtenue en effectuant l'opération sans arrêt et d'un seul coup. L'expérience montre encore qu'il n'en est pas ainsi.

Il semble bien que la courbe de traction au delà de la charge F tende à se raccorder asymptotiquement au prolongement de la première courbe; mais nous voilà loin de la simplicité des hypothèses précédentes, loin des conséquences de l'existence d'une limite d'élasticité.

V

Il ne faudrait pas croire que, même en admettant une limite d'élasticité, une *cohésion* bien déterminée au sens où l'entendait Coulomb, quelque chose comme une force de frottement dont la valeur peut être connue avec précision, toutes les difficultés seraient supprimées. Elles abondent, au contraire, et je vais en donner un aperçu très résumé. Un métal est déformé; nous venons de dire qu'il se transforme, qu'il change *d'état.* Mais les glissements se sont produits suivant certains plans; la matière est-elle restée isotrope? Il nous semble certain que non. Je ne dirai pas toutes les raisons qu'on peut donner en faveur de la non isotropie; elles sont nombreuses, concluantes, et je crois qu'aujourd'hui personne ne soutiendrait que la matière reste isotrope. Qu'on ne s'imagine cependant pas qu'il en a été toujours ainsi; la manière dont Duguet dirige ses calculs prouve qu'il admet la thèse opposée.

Voici une nouvelle question : l'écrouissage est-il fonction seulement de la grandeur géométrique du glissement ou dépend-il aussi des forces qui produisent le glissement et généralement des conditions du glissement? L'expérience répond que les conditions de la déformation interviennent. Par exemple, j'ai montré que si l'on allonge un fil de n % avec ou sans filière, les courbes de torsion, les facilités de recuit ne sont absolument pas comparables. La vitesse elle-même intervient; la loi Coulomb-Gerstner, étudiée au paragraphe précédent, se vérifie plus ou moins bien suivant la manière dont on a atteint la première fois une charge donnée. Enfin, j'ai montré que, par des torsions permanentes alternatives de faible amplitude indéfiniment répétées, produisant par conséquent des glissements énormes sous de petits couples, on n'arrive pas du tout au maximum d'écrouissage que peut produire la torsion. Le couple sous lequel se produit le glissement intervient et modifie la grandeur de la transformation du métal, la valeur de l'écrouissage.

Les ingénieurs diront peut-être que cette anisotropie, pour réelle qu'elle soit, ne présente pratiquement aucun intérêt; ce sont là des opinions que je ne discuterai pas : d'abord parce que je suis mal placé pour savoir ce qui est important dans la pratique; ensuite, je le répète, parce que l'intérêt d'une proposition ne se mesure pas, pour le savant, à l'économie qui peut en résulter dans les applications industrielles.

VI

Les phénomènes sont donc beaucoup plus compliqués que ne l'imaginait Coulomb; pour parler exactement, il feignait d'ignorer leur complication, se doutant bien que, dans l'état de la technique et des ressources expérimentales des laboratoires il y a un siècle et quart, il ne parviendrait pas à les débrouiller.

Nous n'avons plus les mêmes excuses et nous ne devons plus fermer volontairement les yeux sur des divergences énormes, si peu d'espoir que nous ayons d'en fournir avant longtemps une théorie satisfaisante. Nous n'avons plus le droit de nous contenter de dire que les corps *filent*, ou d'employer des expressions comme on en rencontre tant dans Wertheim, expressions qui ne sont que la constatation de notre ignorance et du peu de souci que nous avons de la faire cesser.

Il y a d'abord quelques lois générales fort connues et depuis si longtemps qu'on devrait bien cesser de les découvrir plusieurs fois l'an : je vais les passer en revue.

Quand on applique à un corps quelconque des actions qui croissent, puis décroissent, la courbe de retour ne coïncide pas avec la courbe d'aller : il y a hystérésis. Au mot et à la généralité près, la proposition est connue depuis plus de cinquante ans. Tous les phénomènes de déformation ont de l'hystérésis, et si on ne l'a pas observée partout, c'est qu'on n'a pas apporté assez de précision aux expériences. Que les physiciens ne considèrent donc pas comme une découverte de prouver l'existence de l'hystérésis; que, surtout, ils ne se contentent pas de ce caractère pour établir des analogies entre les phénomènes. D'une part, l'hystérésis est une propriété caractéristique de la forme solide, et la preuve de son *absence* dans un phénomène serait aujourd'hui du plus haut intérêt. D'autre part, elle se présente dans des conditions si différentes qu'il est impossible de la rapporter à une cause unique.

Il y a, par exemple, *hystérésis* pour les courbes de torsion des métaux, dans des conditions où il est extrêmement facile d'imposer des déformations permanentes; on peut dire qu'elle provient d'une inégale facilité de ces déformations pour la torsion et la détorsion. Mais il y a aussi *hystérésis* pour les courbes de traction du caoutchouc, dans des conditions où les déformations permanentes sont à peu près rigoureusement nulles. Il saute aux yeux que ce terme d'*hystérésis* est encore un de ces voiles que nous jetons sur notre ignorance.

Le sens de parcours des courbes qui limitent le cycle est généralement tel qu'il y ait disparition d'énergie; mais ce n'est pas là une proposition nécessaire; j'ai montré, en plusieurs lieux de mes Mémoires, que certaines parties du cycle pouvaient correspondre à une apparition d'énergie.

Si on applique à un corps quelconque des actions qui varient périodiquement et qu'on détermine la valeur d'une fonction de ces actions variables, elle tend à devenir elle-même périodique. Les Allemands disent que la matière s'*accommode* : cette *accommodation* est connue depuis bien des années, et ce serait rendre service à la science que de cesser de la découvrir de temps à autre. Par exemple, faisons subir à une corde de caoutchouc des variations systématiques et périodiques de tension; *faisons-lui parcourir un cycle.* Sa longueur tend à devenir elle-même périodique, de manière que, dans le plan *longueur-charge*, la courbe qui représente les opérations tend à se fermer. On peut dire encore que la courbe, qui possède d'abord une sorte de mouvement de reptation, *se fixe peu à peu, tend vers une forme-limite.*

La proposition peut se généraliser pour plusieurs variables. Faisons subir à la corde de caoutchouc des variations systématiques de tension et de température; c'est dans l'espace *longueur, charge, température* que la courbe gauche représentative des opérations va se fixer.

Enfin, *le temps agit comme variable indépendante*; si l'on veut, *les actions extérieures restant constantes, l'état de la matière se transforme spontanément.* On n'a pas toujours admis cet énoncé : dans ces derniers temps même, M. Duhem a dépensé beaucoup de talent à soutenir le contraire. Il a proposé une théorie, en soi fort remarquable, mais que je crois en contradiction avec la plupart des faits connus. Cependant, *aujourd'hui* M. Duhem commence à partager mon opinion et ne nie plus la nécessité d'introduire le temps comme variable. Ainsi, quelle que soit la manière de se représenter les phénomènes, quelle que soit l'explication chimique ou mécanique que l'on propose, le fait d'une intervention de ce temps n'est pas douteux et n'est plus contesté.

Grâce à quelle hypothèse a-t-on pu nier le rôle du temps dans les phénomènes?

M. Brillouin disait en 1888 (*Journal de Physique*) : « Il me paraît probable que les phénomènes d'élasticité résiduelle, pour lesquels on a cru nécessaire de faire intervenir le temps directement comme variable indépendante, peuvent en grande partie être expliqués par des déformations dues à la répétition quotidienne de cycles très peu différents, dues aux variations diurnes des éléments météorologiques, principalement de la température ».

Sans doute les ébranlements, les trépidations jouent un rôle considérable dans les phénomènes à longue échéance, de cristallisation par exemple.

Les essieux des locomotives sont rapidement hors d'usage; les chutes de ponts suspendus, d'appareils d'éclairage en fonte, etc... sont des preuves certaines de modifications de cet ordre. Mais, et M. Brillouin l'a soutenu depuis dans une série remarquable de Mémoires, ce n'est pas sur les phénomènes d'élasticité résiduelle que cette influence se fait principalement sentir.

M. Duhem a repris cette hypothèse, l'a généralisée et en a fait la base de sa théorie. Ainsi, tout le monde admet que le *recuit à température rigoureusement constante* demande un certain temps pour se produire; M. Duhem pose le contraire. Si le temps semble intervenir apparemment, c'est qu'il est impossible d'éviter de petites variations de température, des *perturbations*, dont le nombre est proportionnel à la durée du recuit. C'est ainsi que M. Marchis explique les phénomènes qui se produisent dans les thermomètres.

On tire sur une corde de caoutchouc, puis on ramène la charge à la valeur nulle : le caoutchouc continue des heures et des jours à se contracter et reprend, en définitive, à peu près sa longueur initiale. Tout le monde admet que la cause de ce raccourcissement doit être cherchée dans une action intérieure, une élasticité résiduelle, une réaction lente qu'on expliquera soit par des mécanismes, soit par des transformations chimiques. M. Duhem soutient qu'en réalisant une température rigoureusement constante, en supprimant toutes les trépidations, on supprimerait le phénomène : hypothèse absolument gratuite. Il suffit, pour la rejeter, de considérer l'énormité des changements de longueur et des détorsions à expliquer. Aussi bien j'ai accumulé contre cette opinion un nombre si respectable de raisons et d'expériences que d'ici longtemps, je l'espère, personne ne se hasardera à la soutenir.

En somme, introduire le temps comme variable indépendante, c'est une manière provisoire de dire que la cause de certains phénomènes est actuellement hors de notre atteinte et inconnue. Tout se passe comme pour une montre que nous venons de remonter; assurément nous pouvons modifier sa marche par des changements de température, si la compensation n'est pas rigoureuse, par un remontage plus ou moins à fond, si la fusée est imparfaite; mais les modifications ainsi obtenues ne sont qu'accessoires, la cause du mouvement est dans la montre elle-même. Imaginons que nous ne sachions rien du mécanisme intérieur, quelle serait notre erreur si nous voulions donner comme causes à ce mouvement des trépidations ou des variations de température. Nous serions naturellement amenés à dire, comme pur et simple résultat d'expérience, que la rotation des aiguilles se fait proportionnellement au temps, ce qui revient à prendre le temps comme variable indépendante.

Nous allons déduire des règles précédentes l'existence et les propriétés de ce que M. Duhem a fort heureusement appelé les *cycles limites* et les *cycles limites des limites*, noms récents qui ne doivent pas nous faire oublier que les notions qu'ils recouvrent sont anciennes et fort connues.

Soit, par exemple, un fil de cuivre étiré qui supporte une charge P. Faisons varier P systématiquement entre P_0 et P_1, par exemple suivant une loi sinusoïdale en fonction du temps. D'après la faculté d'accommodation, la longueur finit elle-même par être une fonction périodique des temps : on dit que le cycle est fixé, ou que *le cycle limite est atteint*. Chauffons le fil à T°. Maintenons-le un temps t à cette température et refroidissons-le. Recommençons à décrire des cycles entre P_0 et P_1. Le fil s'est en partie recuit, si la température T est convenable, et ne s'est pas complètement recuit, si le temps t est assez court. Nous allons obtenir un nouveau cycle limite. Recommençons cette opération un certain nombre de fois; les cycles limites diffèrent entre eux de moins en moins et tendent vers un cycle que nous pouvons appeler *limite des limites*. En effet, peu à peu le fil à pris le recuit définitif qui convient à la température T.

On peut présenter les mêmes considérations un peu différemment. Supposons que nous mettions en jeu successivement deux variables, la charge P et la température T. Nous parcourons une série de cycles dans le plan figuratif (P, l) (*charge-longueur*) : il y a *accommodation*; peu à peu, la courbe qui représente la longueur en fonction de la charge se ferme : le cycle se fixe, il tend vers sa limite. Nous décrivons alors un parcours dans le plan *longueur-température : ce parcours n'est pas fixé*. Si nous revenons aux premiers parcours, nous obtiendrons un nouveau cycle limite. Recommençons ces mêmes séries d'opérations un grand nombre de fois; peu à peu, *le système complet des parcours devient périodique*; si l'on veut, la courbe gauche décrite dans l'espace *charge-température-longueur* tend à se fermer.

Sous cette dernière forme, on retrouve à peine modifié l'énoncé général de la proposition qui nous a servi à définir l'accommodation. L'existence des cycles limites et limite des limites provient de son application à deux variables distinctes qu'on fait varier successivement et systématiquement.

Je le répète, tous ces fais sont connus depuis longtemps, et il est du plus grand intérêt que les physiciens en soient prévenus, pour qu'ils ne s'attardent pas à redémontrer ce que personne ne peut plus contester dans l'état actuel de la science. Il faut maintenant déterminer d'une manière précise,

non plus que ces propositions sont vraies, mais de quelle manière elles sont vraies : il me semble que, dans de trop nombreux Mémoires, l'effort ait été suffisant de retrouver les faits généraux que nous venons de passer en revue. Mais, pour aller plus loin, il est nécessaire de perfectionner les techniques ; c'est à quoi j'ai apporté tous mes soins. Mon exemple n'a pas été suivi jusqu'à présent : il est tout naturel que j'estime que c'est à tort.

VII

Il faut une technique rigoureuse et un outillage perfectionné. A ces mots, qu'on ne s'imagine pas des cercles divisés d'une précision extraordinaire, des thermomètres étalonnés au Bureau central des Poids et Mesures, des cathétomètres de fabrication spéciale. Les phénomènes à observer sont énormes, *et la précision des mesures est à peu près toujours exagérée.* Nous ignorons tant de choses actuellement qu'on se donnerait, par exemple, une peine inutile en déterminant, à la seconde près, des angles qui varient de 90°, on ne sait pas encore suivant quelle loi.

Quand on entre dans mon laboratoire, on est tout surpris de sa ressemblance avec un atelier. Des ficelles partout, des transmissions, un moteur donnant indéfiniment un mouvement uniforme et de vitesse connue, des échafaudages, un nombre prodigieux de poulies, de renvois..., bref tout ce qui est nécessaire pour obtenir des tractions, des torsions automatiquement réglées, des changements de sens instantanés, des arrêts de durée connue. Je ne tire pas sur un fil, je n'effectue pas une opération, sans savoir aussi exactement que possible ce que je fais, *au degré d'approximation que les expériences comportent. Toute la précision que tant d'expérimentateurs mettent aux mesures, alors que l'expérience montre qu'elle est inutile, je l'apporte à la définition de l'expérience.* Et, pour les mesures elles-mêmes, j'emploie souvent des procédés qu'on jugerait à première vue rudimentaires, mais que l'expérience déclare suffisants.

Deux principes me guident toujours : *Les actions doivent être appliquées d'une manière continue et suivant des lois simples et connues ; les appareils doivent être à indications continues.* On dira qu'il peut être intéressant d'étudier l'action des chocs : évidemment, chacun est libre de faire ce qu'il lui plaît ; mais, dans l'état actuel de la science, on risque fort de perdre son temps en ne commençant pas par le commencement.

Je me suis élevé avec vivacité contre la théorie de M. Duhem, parce qu'il en résulte l'inutilité d'une définition rigoureuse des opérations. D'après elle, la façon dont on parcourt un cycle est indifférente. Certes, on conçoit la sécurité qu'elle donne à l'expérimentateur délivré de toute installation délicate, longue et coûteuse ; on conçoit aussi, si j'ai raison, quelle perte de temps et quels Mémoires inutiles.

Quand on applique les méthodes correctes dont je viens de donner la définition générale, on constate que des phénomènes, qui semblent d'abord de simples *jeux de la Nature*, sont reproduits avec sûreté et facilité. Les résultats quantitatifs concordent avec une approximation inespérée ; on est conduit à augmenter peu à peu la précision des méthodes d'observation, pour ne plus négliger de petits écarts qui passent, du rôle de bizarreries sans importance et purement accidentelles, au rang de phénomènes dignes d'être classés.

Il m'est impossible de décrire ici les perfectionnements que je me suis efforcé d'introduire dans la technique ; mes appareils sont généralement d'une extrême complication, précisément parce que je veux tout définir ; je suis bien obligé de renvoyer le lecteur à mes Mémoires, où l'on en trouvera la description et la discussion détaillées.

VIII

Avant de poursuivre l'exposé des questions résolues ou à résoudre, nous devons préciser un point capital : S'il est nécessaire de prendre des précautions minutieuses pour définir toutes les opérations, on sera tenté de croire que le choix du métal sur lequel on opère est l'objet d'une sollicitude toute particulière. On sera donc étonné d'apprendre qu'il n'a qu'un intérêt médiocre, pour ne pas dire nul : cette proposition mérite quelques éclaircissements.

Il y a une dizaine d'années, je présentai, comme thèse de Physique à la Sorbonne, un travail sur la photographie qui commençait en ces termes : « Je me suis proposé l'étude des lois qui régissent les phénomènes photographiques. J'ai choisi, pour les soumettre à l'action de la lumière, les plaques photographiques du commerce, bien quelles soient de composition complexe et mal définie. J'y ai trouvé l'avantage d'avoir à ma disposition des plaques aussi identiques que possible entre elles (ce qui ne veut pas dire qu'elles le soient) et d'un emploi facile. Comme je cherchais non pas des lois numériques, mais la forme des équations différentielles qui peuvent représenter les phénomènes, il importait peu que j'agisse sur des corps plus ou moins simples ; l'inverse était même préférable, en ce sens que les équations générales se trouvaient mieux déterminées que si le phénomène eut été plus particulier[1] ». Mon travail me fut retourné sans retard ; la première page avait suffi. Je ne faisais pourtant

[1] *Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*, 1893.

qu'énoncer, sous forme paradoxale il est vrai, l'idée très naturelle que, si les constantes diffèrent d'un corps à l'autre, les lois différentielles sont en petit nombre, et, somme toute, se retrouvent identiques pour des composés simples ou pour des mélanges complexes ; qu'en tout état de choses, si je parvenais à montrer quel doit être leur minimum de complication dans un cas particulier pris au hasard, il y avait bien des chances pour que mon étude ne fût pas seulement valable pour ce cas particulier, mais eût des applications beaucoup plus générales.

J'affirmais, de plus, que la détermination des constantes numériques est bien souvent une préoccupation vaine, illusoire et même sans grand intérêt pratique.

L'évolution de la Physique des solides dans la deuxième moitié du XIXe siècle est intéressante, envisagée du point de vue où nous sommes. Ouvrons un Mémoire de Wertheim ; ce ne sont que tables de *constantes*. Les modules sont donnés avec cinq, six chiffres significatifs. Dans un Mémoire de Joule, je trouve la densité du caoutchouc vulcanisé avec six chiffres significatifs, densité qui varie suivant la composition de 0,9 à 2. Les Mémoires de Tomlinson contiennent des tableaux de nombres qui défient toute comparaison. Et, cependant, les fameuses *constantes* ne le sont pas, varient suivant l'échantillon, suivant la technique, suivant les parcours antérieurs, en un mot dépendent de l'histoire tout entière du corps considéré. Leur définition elle-même nous échappe, comme nous le verrons plus loin.

Peu à peu, et surtout depuis une vingtaine d'années, sous l'influence des recherches sur le magnétisme, les physiciens sont revenus à des idées plus saines. Ils ont fini par comprendre que les corps solides se transforment indéfiniment, que les *nombres* n'ont généralement qu'un *sens tout relatif et actuel*, sans intérêt général ; que, sans doute, ils fixent utilement les idées, qu'ils sont même indispensables pour les applications industrielles, mais que, le plus souvent, ils ne sont pour les physiciens qu'une source d'erreurs, faisant considérer comme paramètres caractéristiques ce qui ne vaut qu'à une heure donnée de l'histoire du corps.

Si, donc, il est illusoire de chercher à caractériser les *corps purs* par des paramètres numériques déterminés une fois pour toutes ; si, d'ailleurs, il y a lieu de penser que les mêmes équations différentielles ou, d'une manière plus générale, les mêmes *formes* contiendront les phénomènes dus aux corps les plus divers (sous des restrictions que nous ferons plus loin), nous pouvons conclure que le choix du corps sur lequel porteront nos expériences est à peu près indifférent.

De l'impossibilité de s'en fier à des paramètres déterminés une fois pour toutes, résultent des conséquences capitales : En premier lieu, force est bien de trouver un procédé plus simple pour énoncer le résultat des expériences. Dire quelles équations différentielles représentent le phénomène, en laissant indéterminées les constantes de ces équations, est un moyen excellent, mais malheureusement d'une application très limitée : nous n'en sommes pas encore à connaître ces équations elles-mêmes. Il ne nous reste donc que les courbes, envisagées, non plus d'après une équation, mais d'après leur forme générale ; c'est ainsi que, dans toutes ces questions, intervient de plus en plus une sorte de Géométrie de situation, avec des termes imagés dont le *vague relatif est une condition essentielle d'application*. On dit que les parcours sont bouclés ou non bouclés, qu'ils se fixent, qu'ils rampent... On détermine comment ils se coupent, comment varient leurs aires... On aboutit à des énoncés dont nous avons donné plus haut (§ V) des exemples.

Une seconde conséquence est la nécessité d'effectuer toutes les comparaisons sur un échantillon donné de la substance considérée, et de ne jamais faire intervenir simultanément les résultats obtenus avec deux échantillons différents, sans avoir démontré au préalable qu'ils fournissent numériquement les mêmes résultats. Croirait-on que, dans certain Mémoire allemand assez récent, l'auteur utilise dans une même formule, pour vérifier une certaine relation théorique, les résultats de Joule obtenus avec un certain caoutchouc et les siens fournis par l'étude d'un autre caoutchouc ! On trouve dans mes Mémoires une quantité de tableaux de nombres ; mais, une fois pour toutes, j'ai prévenu le lecteur de ne jamais comparer que les résultats numériques donnés dans un même tableau, à moins d'une indication spéciale.

S'il est facile d'énoncer cette règle, il est pénible de la suivre. Que de fois ne m'a-t-il pas fallu recommencer entièrement une série d'expériences pour pouvoir la comparer à une autre que je n'étais pas sûr d'avoir effectuée avec des échantillons suffisamment identiques. Et ne croyez pas que refaire une série d'expériences soit un mince labeur.

Une troisième conséquence de la dépendance des phénomènes de l'histoire antérieure, est la nécessité d'imposer une histoire assez longue, qui supprime les effets possibles de l'histoire qu'on ne connaît pas. On passe quelquefois des jours et des semaines à préparer le corps, c'est-à-dire à le mettre dans un état aussi défini que nos connaissances actuelles le permettent. Si l'expérience définitive, la seule qui importe après toute la préparation, rate, tout est à recommencer : on doit se cuirasser contre l'impatience.

Il faut avoir à sa disposition une grande quantité de la matière *quelconque* sur laquelle on travaille. Cela résulte immédiatement de ce qui précède. Une matière qui a subi des actions complexes n'est bonne à rien. Par quel procédé lui faire oublier ce qu'elle a subi? Comment effacer cette histoire qui influera peut-être notablement sur les phénomènes futurs? Mieux vaut prendre un échantillon neuf, les risques sont toujours moindres. Et voilà comment, réétudiant une question qu'un auteur avait traitée en employant, en tout et pour tout, dans deux Mémoires écrits à dix ans d'intervalle, $12^{cm},5$ de fil, j'en ai dû consommer un demi-kilomètre.

Parfois, les variations qu'on veut mettre en évidence sont trop petites pour qu'il soit possible d'employer des échantillons différents; force est bien d'utiliser la même pièce et *de croiser les expériences*. Mais la méthode des expériences croisées se présente ici avec des caractères si particuliers qu'il est nécessaire d'insister. Dans les circonstances ordinaires, on fait agir *successivement et alternativement* deux agents A et B, ou deux valeurs A et B différentes d'un agent, et l'on cherche quelles sont les valeurs correspondantes d'une fonction de ces agents ou de cet agent. Si cette fonction subit elle-même des alternatives de croissance et de décroissance, on conclut à l'inégale action des agents A et B dans le premier cas, des valeurs différentes A et B de l'agent unique dans le second.

On suppose implicitement que l'agent A ne modifie pas l'action exercée par l'agent B : la méthode ne sert qu'à éliminer les variations de sensibilité de l'appareil de mesure, ou de tout autre phénomène lié au phénomène étudié. C'est ainsi qu'en photométrie on croise les expériences pour ne pas tenir compte des variations d'intensité de la source lumineuse.

Il n'en va plus de même dans l'étude des déformations; la méthode des expériences croisées devient sujette à caution, parce qu'il est général que l'action de la variable A modifie celle de la variable B ou réciproquement, de manière que le résultat dépend de la loi suivant laquelle les expériences sont croisées. Voici de ce fait un exemple caractéristique :

On a beaucoup discuté la question suivante : Soit L la longueur d'une corde de caoutchouc, P la charge, T la température; comment varie le quotient $\lambda = \frac{dL}{dP}$ pour une charge P donnée, quand la température varie de T_1 à T_2? Les uns prétendent que le quotient croît, les autres qu'il décroît : tout le monde a tort ou raison. On peut, en croisant convenablement les expériences faites aux deux températures T_1 et T_2 ($T_1 < T_2$), faire en sorte que λ soit plus grand pour T_1 que pour T_2, ou inversement. En effet, quand on chauffe du caoutchouc, on transforme la matière; elle exige ensuite un temps assez considérable pour revenir à son état initial. Si donc le temps t qui sépare les expériences à T_1 et T_2 est petit, l'expérience à T_1 se ressent de l'échauffement à T_2. Elle s'en ressent de moins en moins, à mesure que t augmente. Soient λ_1 et λ_2 les valeurs de λ pour les températures T_1 et T_2 : on peut faire en sorte que λ_1 soit plus grand ou plus petit que λ_2. J'étudie ces phénomènes en ce moment même, avec la collaboration d'un de mes élèves, M. Carrière.

Le préjugé des *constantes* et des métaux purs n'est pas près de disparaître; voici les raisons qu'on allègue en sa faveur : Il faut que les résultats obtenus puissent servir qualitativement aux physiciens qui étudieront la même question. Mais les physiciens qui ont besoin de constantes auront soin de les déterminer sur l'échantillon dont ils se servent et dans les conditions dans lesquelles ils opèrent. Je trouve, par exemple, dans les traités, le module de torsion d'*un laiton* avec quatre chiffres significatifs; croit-on que je vais l'utiliser pour un autre laiton, ou même pour un autre échantillon de même laiton? Quant aux métaux purs, à qui se fier si l'on n'est pas soi-même chimiste? et *qu'appelle-t-on métaux purs*?

Quant à l'industrie, c'est une prétention dont on abuse que mettre la science pure constamment à sa remorque; il existe une infinité de questions dont elle n'a que faire, et c'est rendre le plus mauvais service aux physiciens et aux industriels que de tout confondre. Dans l'industrie, il faut des paramètres déterminés avec une approximation grossière : par exemple le module d'élasticité du fer est 20.000 kilogs par millimètre carré; il faut des formules qui mettent les ingénieurs à couvert : ils ne se cachent pas pour le dire. Les buts visés à l'usine et au laboratoire ne sont pas les mêmes.

On m'objecte ensuite, avec plus de raison apparente, que je risque de choisir un métal donnant des phénomènes exceptionnels, sans généralité, ne s'appliquant strictement qu'à l'échantillon choisi. J'ai déjà répondu plus haut à cette objection. Vraiment, ce serait pour moi une chance inespérée de tomber précisément, sans les chercher, sur des cas rares, exceptionnels; qu'on se rassure, je n'ai pas eu ce bonheur ou ce malheur, parce que je me suis toujours placé dans les cas les plus ordinaires. Je veux étudier les métaux; je prends donc un métal quelconque; mais il va de soi que je n'irai pas chercher des alliages, ni choisir le fer ou les aciers, qui sont, eux, des cas particuliers. Je prendrai un métal, platine, argent, cuivre, présentant les qualités les plus générales des métaux et aucun caractère exceptionnel. Mais je m'inquiéterai peu

de savoir si les métaux que j'emploie sont purs, parce que l'on sait que les petites impuretés industrielles ne modifient pas beaucoup les propriétés générales de ces métaux, *au moins qualitativement.*

IX

Dans les pages qui précèdent, nous avons déjà rencontré de nombreux groupes de phénomènes; d'abord, ceux d'*élasticité parfaite*, puis ceux de *cohésion*. La question s'est posée de savoir comment s'effectuait la *cession de la matière*, puis quels changements d'état les déformations lui imposaient; nous avons réuni ces changements sous le nom général d'*écrouissage*. Nous avons vu que les courbes d'aller et de retour ne se superposent pas, et exprimé ce fait par le mot d'*hystérésis*; nous avons prévenu qu'il recouvre probablement des phénomènes différents, qu'il n'est qu'une appellation générique et provisoire.

Voici maintenant une expérience qui prouve chez les métaux une *viscosité* analogue à celle qu'on rencontre dans les liquides. Décrivons une courbe de première torsion en imposant les torsions, toujours de même sens, suivant une loi sinusoïdale par rapport au temps. Pour comprendre le résultat, il faut savoir qu'un fil de cuivre tel que ceux que j'employais, ayant environ 1/2 millimètre de diamètre et 1 mètre de longueur, chargé d'une centaine de grammes par exemple, peut être tordu de plusieurs centaines de tours sans se rompre. Si la torsion se fait à vitesse constante, on atteint sensiblement le couple limite pour des torsions variables suivant l'état initial du fil (suivant qu'il est plus ou moins recuit ou étiré), mais qui ne dépassent pas quelques dizaines de tours.

Supposons maintenant que la torsion se fasse avec une vitesse toujours de même sens, variant suivant une loi sinusoïdale : $v = a + b \sin^2 \omega t$, avec les conditions $a > 0$, $b > 0$. L'expérience montre qu'après quelques dizaines de tours le couple C est représenté en fonction de la vitesse par une courbe à peu près fermée, ayant une forme et enveloppant une aire variables avec la valeur des constantes a, b et ω. La déformation permanente exige donc, pour se produire, des couples croissant avec la vitesse avec laquelle elle est effectuée.

Il y a la plus grande analogie entre cette expérience et la suivante, qui met en évidence la viscosité des liquides. Plaçons un vase cylindrique et rempli d'un liquide sur un support tournant, de manière que l'axe du cylindre coïncide avec l'axe de rotation. Immergeons dans le vase un autre cylindre concentrique, et, par un procédé quelconque, déterminons à chaque instant le couple d'entraînement dû à la viscosité du liquide. Le cylindre intérieur est, par exemple, suspendu à un fil métallique dont on apprécie à chaque instant la torsion. On prend ce fil assez gros, de manière que le vase intérieur puisse être considéré toujours comme à peu près immobile. Si nous imposons au vase extérieur une vitesse de la forme

$$v = a + b \sin^2 \omega t,$$

le couple d'entraînement varie, et la courbe qui relie ce couple à la vitesse v est sensiblement une droite, comme l'on sait. Le phénomène ne présente pas sensiblement d'hystérésis.

Dans les idées de Coulomb, les deux vases de l'expérience précédente représentent les molécules intégrantes; le liquide qui les sépare est le ciment plus ou moins visqueux dans lequel elles sont plongées. La viscosité suit des lois beaucoup plus compliquées que pour les liquides; il n'y pas proportionnalité avec la vitesse; la courbe C, v est continue, sans points anguleux. On trouvera dans mes Mémoires une étude détaillée du phénomène.

X

Les solides présentent enfin une propriété que les Allemands appellent, depuis Weber, « Elastische Nachwirkung », que l'on désigne généralement en France sous le nom d'élasticité résiduelle, auquel j'ai substitué, comme plus court et tout aussi approprié, le nom de *réactivité*.

Le caoutchouc est un excellent exemple d'un corps possédant à un très haut degré cette curieuse faculté de changer spontanément de forme sans que les actions extérieures se modifient et de se souvenir dans ces changements de ses déformations antérieures et de son histoire tout entière.

Attachons une corde de caoutchouc par son extrémité supérieure et chargeons-la d'un poids suivant une loi connue; nous décrivons la courbe de traction. Si, brusquement, nous cessons d'augmenter la charge, l'allongement ne cesse pas instantanément. Il continue pendant des heures et des jours, avec des vitesses qui diminuent vite, il est vrai, mais qui n'en produisent pas moins, par leurs effets accumulés, un allongement très appréciable.

Au bout de quelque temps, déchargeons le fil : nous décrivons la courbe de détorsion. Parvenu à la charge nulle, le fil n'a pas repris sa longueur initiale; mais le raccourcissement ne cesse pas de se produire. Au bout d'un temps qui est du même ordre que le temps pendant lequel le fil a été chargé, il reprend enfin sensiblement sa longueur primitive.

En somme, il se conduit à peu près comme un corps parfaitement élastique, en ce sens que l'allongement n'est pas permanent : le phénomène est

cependant bien différent, puisque la durée de l'expérience influe sur les résultats intermédiaires.

Ces phénomènes évoquent l'idée d'un ressort qu'on bande et qui se débande ensuite plus ou moins vite. On peut imaginer un mécanisme qui en reproduit, au moins grossièrement, les circonstances principales et qui montre quel minimum de complication il faut donner aux hypothèses. Il fait comprendre ce que nous disions plus haut, en comparant la corde tendue et détendue à un chronomètre remonté.

La figure 1 représente ce qu'on peut appeler une molécule à élasticité *parfaite*, mais *retardée*; elle revient en définitive à sa forme initiale, mais de l'énergie est absorbée par les déformations. C'est un cylindre divisé en deux chambres A et B : la chambre A est vide, la chambre B est remplie d'un liquide de grande viscosité. Deux pistons P et P′ s'y meuvent sans frottement contre les parois ; entre le cylindre et le piston P′ il y a un certain jeu, qui permet au liquide de la chambre B de passer de

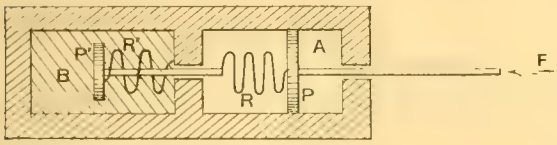


Fig. 1. — *Représentation d'une molécule à élasticité parfaite, mais retardée.*

l'avant à l'arrière du piston P′ ou inversement. Les pistons sont reliés entre eux par un ressort R, le piston P′ est relié au bâti par un ressort R′.

Supposons que la molécule soit depuis longtemps abandonnée à elle-même sous des actions extérieures nulles : les ressorts sont complètement détendus. Exerçons une force F. Instantanément le ressort R se bande pour faire équilibre à la force F. Il exerce alors une force égale sur la tige du piston P. Le ressort R′ tend lui-même à se bander, mais ses mouvements sont gênés par le liquide visqueux, qui remplit la chambre B et doit passer dans le petit espace laissé entre le piston P′ et la paroi. Ce n'est qu'au bout d'un temps plus ou moins long que l'équilibre définitif est atteint. La déformation instantanée est donc plus petite que la déformation finale.

Supprimons alors la force F. Le ressort R se débande immédiatement, la molécule se raccourcit instantanément beaucoup. Mais l'équilibre n'est pas définitif; le ressort R′ se débande lentement et ce n'est que peu à peu que la molécule reprend sa longueur initiale. Les phénomènes sont inverses pour une traction. On explique donc très aisément l'établissement d'une limite et le retour parfait à la forme primitive.

Il ne faudrait cependant pas croire que cette hypothèse, si compliquée qu'elle paraisse, soit suffisante. On peut prouver, mais je renvoie pour cela à mes Mémoires, que la réactivité ne dépend pas seulement des forces et de la manière suivant laquelle elles ont été appliquées ; elle dépend encore des déformations permanentes qui accompagnent l'application de ces forces.

Voici un autre phénomène qu'il ne serait possible d'expliquer à l'aide de ces molécules qu'en compliquant singulièrement le mécanisme, en multipliant les ressorts et les chambres, en supposant que la viscosité des ciments visqueux est fonction des déformations antérieures... toutes hypothèses possibles, mais qui finissent par ne plus avoir d'intérêt, étant aussi complexes que les lois à représenter.

Nous avons supposé qu'une corde de caoutchouc est tendue, puis détendue; retendons-la avec une charge *inférieure* à la première. Quand cette charge est installée, conformément à ce que nous avons dit plus haut, il se produit un allongement pendant quelque temps; mais ensuite, si les conditions de l'expérience sont bien choisies, la vitesse d'allongement décroît, s'annule et peut devenir négative. Au bout d'un certain temps, elle devient positive. En définitive, *nous pouvons obtenir sous charge constante un allongement, puis un raccourcissement, puis un allongement* spontanés. L'hypothèse trop simple que nous avons développée plus haut ne peut expliquer ce phénomène, puisque la tension du ressort R′, au moment où la seconde force est installée, est plus grande, égale ou inférieure à cette force, et tend nécessairement vers elle : ce qui donne ensuite une déformation de sens unique.

Ce n'est pas le lieu de passer en revue tous les phénomènes singuliers qu'il est possible d'obtenir et de répéter avec la plus grande aisance, à la seule condition de fixer la loi suivant laquelle les déformations sont obtenues.

On a cherché à les expliquer théoriquement; je signalerai deux essais de haute valeur : l'un dû à M. Boltzmann, l'autre à M. Brillouin.

La théorie de M. Boltzmann repose sur deux hypothèses : 1° le fil se souvient un certain temps des déformations subies; ce souvenir s'efface suivant une certaine fonction du temps; 2° la modification éprouvée sous l'influence d'une déformation est indépendante des modifications antérieures. Cette théorie, très ingénieuse, est insuffisante : j'en ai fait une discussion complète dans mes Mémoires.

M. Brillouin admet que le corps est formé de grains cristallins, isolés, très petits, empâtés dans un réseau à peu près continu d'une manière visqueuse; il met en œuvre d'une manière fort remarquable les anciennes hypothèses de Coulomb.

Plus récemment, M. Guillaume a tenté d'expliquer la réactivité par une constitution chimique fonction de la pression avec retards convenables. C'est une autre face de la question.

Je ne crois pas que toutes ces théories doivent chercher à s'éliminer l'une l'autre : elles peuvent être toutes vraies. On se ferait une idée très fausse de la complexité du problème, si l'on voulait ramener tous les phénomènes à un type unique. Je dirai de la *réactivité* ce que je disais de l'*hystérésis*; ce n'est qu'un mot qui doit recouvrir une foule de phénomènes différents. Il s'agit de les classer patiemment sans s'imaginer qu'on en aura la clef dans huit jours. Voici de nombreuses années que j'étudie ces phénomènes, et quand j'en parle à un auditeur non prévenu, son premier soin est de me demander si j'ai trouvé une théorie qui les renferme. Il est étonné de ma réponse, que je n'en cherche pas, et dissimule mal alors le mépris que lui cause mon indifférence. Cette indifférence n'est que sagesse, et la science marcherait plus vite si l'on faisait un peu plus d'expériences soignées et un peu moins de constructions hâtives. Qu'on relise les Mémoires de MM. Boltzmann et Brillouin, et l'on verra quelle science des phénomènes supposent leurs essais. Il n'est pas difficile de proposer des hypothèses qui expliquent un phénomène au hasard; il l'est infiniment d'en proposer qui ne soient pas purement et simplement des mots et qui rendent au moins à peu près la physionomie des faits.

Dans l'étude de la réactivité, comme toujours, les physiciens ont cherché à exprimer leurs résultats par des *formules* et des *constantes*; l'échec est piteux. Les soi-disant *coefficients d'élasticité résiduelle*, que certains auteurs ont déterminés avec grand soin et nombreux chiffres significatifs, varient aisément de dix fois leurs valeurs suivant les conditions de l'expérience. Et c'est un phénomène psychologique, presque aussi intéressant que la réactivité elle-même, que des observateurs consciencieux, faisant des expériences méticuleuses dans un cas particulier, énoncent alors des conclusions générales, et n'aient à aucun instant la curiosité de modifier tant soit peu leur technique pour vérifier ces conclusions. Leurs Mémoires n'ont aucun intérêt, ce qui est un rude châtiment de leur négligence. Si pourtant il existe des phénomènes où l'on ne doit étudier un domaine particulier qu'après avoir exploré la région avoisinante, c'est bien ceux qui nous occupent. Il est impossible, dès le début, de limiter sa besogne, comme le physicien qui étudie par exemple l'action de la température sur le pouvoir rotatoire du quartz. Et l'on en revient toujours à cette règle que me répétait souvent mon maître M. Brillouin : « Faites des expériences moins définitives, si vous voulez, mais étendez le champ de vos investigations. Une expérience même grossière à 100° vous apprendra plus sur l'effet de la température que dix expériences soignées entre 0 et 10° dont vous extrapolerez les résultats. » Ce conseil n'est pas très neuf, mais il mériterait d'être inscrit en lettres d'or sur les murs de tous les laboratoires.

XI

Dans les pages précédentes, je me suis occupé presque uniquement des déformations isothermiques qui ont fait l'objet principal de mes recherches. Cependant, outre qu'on est forcé de recuire les matériaux qu'on emploie, la température intervient dans l'étude *des transformations des solides*, au même titre que les actions mécaniques.

On est tenté de se faire du *recuit* une idée schématique qui, malheureusement pour la simplicité des phénomènes, s'éloigne beaucoup de la réalité.

On pourrait supposer qu'un recuit, maintenu à une température assez voisine du point de fusion, rend aux molécules leur mobilité, et que l'état ainsi obtenu est bien déterminé, stable et parfaitement isotrope. Il va de soi que l'on ne doit pas s'approcher du point de fusion assez pour que le corps risque de se ramollir et de fondre. Malheureusement, ce retour à l'*homogénéité isotrope*, que l'on cherche à obtenir par le recuit, n'est qu'un des multiples phénomènes qui se présentent.

On sait que souvent un recuit prolongé donne une *homogénéité anisotrope*; il y a cristallisation. La description du métal *brûlé*, telle que la font la plupart des auteurs, correspond bien à cette définition. La cristallisation se produit même avec des métaux parfaitement purs et dans le vide. Les alliages cristallisent souvent mieux et plus facilement que les métaux avec lesquels ils sont formés.

Les états obtenus par le recuit sont modifiés par *la loi de refroidissement*; on connaît les effets de *la trempe*.

Les métaux peuvent *occlure des gaz* à température plus ou moins élevée et garder à froid les gaz qu'ils ont absorbés. Le milieu dans lequel se fait le recuit produit souvent de véritables actions chimiques.

Enfin, presque tous les alliages, soumis à un refroidissement lent, tendent à se séparer en plusieurs produits définis, différant entre eux par la composition, la densité, etc. La petitesse de la proportion dans laquelle entre un des deux corps, à supposer qu'il n'en existe que deux, n'empêche pas le phénomène de se produire. On connaît ces effets de la température sous le nom de *liquation*.

Dans ces derniers temps, l'étude de l'action de la température sur les alliages a été poussée très loin. Je n'ai voulu qu'indiquer l'extrême complexité

des phénomènes, mettre en garde les physiciens contre l'idée qu'on en pourra découvrir avant longtemps une théorie générale, et leur conseiller de s'en tenir pour le moment à des explications particulières.

XII

A mesure que l'on étudie d'une manière plus approfondie les phénomènes, les définitions admises comme des vérités au-dessus de toute discussion deviennent de plus en plus contestables.

Je me suis appesanti dans mes Mémoires sur la difficulté, pour ne pas dire l'impossibilité actuelle, de trouver une définition des modules qui ait un sens expérimental. Prendre pour définition des modules d'élasticité la formule suivante :

$$E = \frac{l}{s}\frac{dP}{dl},$$

où l est la longueur, P la charge et s la section, ce n'est que résoudre la question en apparence. Outre que, pour les grandes déformations de corps tels que le caoutchouc, la formule perd toute signification précise et prête à des discussions sans fin, on obtient pour une même charge une infinité de valeurs de E, suivant la manière dont on impose cette charge. On peut faire varier de $-\infty$ à $+\infty$ un coefficient qui devrait être caractéristique de la matière.

On a proposé de définir E par des charges décroissantes; cela ne diminue en rien l'indétermination. On peut tout en procédant par charges décroissantes imposer à E, défini comme plus haut, une infinité de valeurs. J'ai proposé moi-même de définir le module comme la limite de ce que donne la formule précédente, pour de petits cycles accomplis autour de la charge P, à mesure que le nombre des cycles croît. Mais j'ai démontré depuis qu'il y a fort à parier que le coefficient ainsi défini n'est pas celui qui caractérise véritablement la matière au point de vue de son élasticité parfaite, et que la loi suivant laquelle les petits cycles sont parcourus intervient vraisemblablement sur leur forme et leurs dimensions limites. Bref, ce que nous ignorons peut-être le plus actuellement, c'est comment tourner cette difficulté. J'en dirai, bien entendu, tout autant du module de torsion.

XIII

L'exposé qui précède a dû convaincre le lecteur qu'il faut des expériences précises, des raisonnements rigoureux et des distinctions que quelques-uns trouveront même subtiles, si l'on veut que la science des déformations sorte de l'état confus où elle gît actuellement. Or, l'analogie est un procédé dont il ne faut se servir qu'avec la plus extrême prudence; il est vague de sa nature et bon tout au plus pour des questions à peine posées. Comparaison n'est pas raison. Assurément, il est flatteur de se parer d'idées générales : on est philosophe à bon compte; reste à savoir si l'on fait de la besogne utile.

On a voulu identifier dans leurs lois générales les déformations permanentes et l'aimantation. On trouve, dans les Mémoires de Wiedemann et dans la plupart des traités classiques, un tableau d'où ressortirait une similitude absolue. Les analogies qui semblaient si frappantes à Wiedemann ne sont que de vagues ressemblances, qu'exagère encore notre ignorance. Comme il ne semble pas que l'engoûment pour cette analogie diminue, je me vois contraint d'insister, et de montrer qu'elle se ramène à dire qu'il y a *hystérésis* pour le magnétisme et pour les déformations : nous avons vu au § VI que vraiment c'était se contenter de peu.

Qu'on se reporte au tableau susdit[1] : en voici le début.

Torsion. — Les torsions temporaires produites par des poids croissants sur un cylindre tordu pour la première fois augmentent d'abord plus vite que les poids.

Magnétisme. — Les aimantations temporaires d'un barreau soumis pour la première fois à l'action de courants croissants augmentent d'abord plus vite que les intensités de ces courants.

Cette première analogie, *et les autres sont d'égale valeur*, contient une lourde erreur logique et n'est en définitive qu'un trompe l'œil.

Tout d'abord, voici l'erreur logique. La torsion n'est pas homogène. Le fil tordu peut être considéré comme formé de tubes concentriques (voir le § IV) emboîtés les uns dans les autres et qui, pendant la torsion, ne subissent pas les mêmes déformations. On a donc affaire à un phénomène complexe et rien ne dit que la loi de torsion, en fonction du couple résultant, soit celle qui régirait la torsion d'un tube creux infiniment mince, en fonction du couple élémentaire correspondant. Il n'en est plus de même pour le magnétisme; si le barreau cylindrique est suffisamment allongé, il s'aimante également pour tous les cylindres élémentaires qui le composent.

La différence des phénomènes comparés est donc telle que l'analogie est incorrecte : *mais l'analogie n'existe même pas* si nous ne bornons pas notre parallèle aux petits champs et aux petits couples.

On groupe les termes de la comparaison de la manière suivante : *Torsions, aimantations*; *couples, champs*. Or, tout le monde sait que l'aimantation

[1] Jamin et Bouty : t. IV, 2e partie, p. 371.

tend vers une limite, alors qu'on peut supposer sans contradiction que le champ croît indéfiniment; donc la courbe d'aimantation tend vers une pseudo-asymptote *parallèle à l'axe des champs*. Tout le monde sait que le couple tend vers une limite, alors qu'on peut pousser la torsion jusqu'à des valeurs énormes; donc la courbe de première torsion tend vers une pseudo-asymptote *parallèle à l'axe des torsions*. En d'autres termes, tout le monde sait que l'une des courbes a un point d'inflexion et que l'autre n'en a pas. Jolie analogie que celle de deux courbes qui tournent d'abord leur concavité dans le même sens, puis tendent ensuite vers des asymptotes normales l'une sur l'autre!

Si encore on pouvait répondre que l'analogie indiquée correspond au gros du phénomène! Mais l'inflexion sur la courbe d'aimantation correspond à des champs de l'ordre de quelques CGS, et l'on peut faire croître ces champs jusqu'à 40.000 unités. Ainsi l'analogie, absurde en bonne logique, n'est guère satisfaisante en pratique.

Le reste du tableau vaut le commencement et ce serait perdre son temps que de pousser plus loin cette discussion. Mais, si les analogies ne valent pas grand'chose, il existe des différences essentielles entre les déformations et le magnétisme.

D'après les auteurs les plus sûrs, on peut ramener un morceau de fer à l'état neutre magnétique, c'est-à-dire lui restituer intégralement les qualités qu'il possédait avant toute aimantation; ils s'accordent à dire que, pour ramener le barreau aimanté à l'état neutre, il faut le soumettre à des champs périodiques d'intensités décroissantes; les cycles se rapprochent de plus en plus de l'origine. Non seulement on parvient à faire passer la courbe tracée dans le plan *champ-aimantation* par l'origine des coordonnées, ce qui est possible d'une infinité de manières, mais on aboutit à cette origine *tout en supprimant l'effet des aimantations et des désaimantations antérieures*. Le métal est comme neuf. On obtiendrait les mêmes effets par un recuit convenable.

Or, j'ai prouvé qu'il est impossible de ramener à son état initial un métal qui a été modifié par des déformations permanentes, en n'employant que de nouvelles déformations, sans changement de température. Il est impossible, en d'autres termes, de ramener le métal à l'état *recuit* par le seul moyen de déformations permanentes. Les transformations imposées par les déformations, transformations que nous avons englobées sous le terme général d'*écrouissage*, sont donc plus profondes et d'un autre ordre que les modifications auxquelles correspond le magnétisme.

Certains auteurs semblent énoncer une proposition contredisant la mienne; ils croient possible de ramener isothermiquement le corps déformé à l'état initial. Mais on s'aperçoit vite, à la lecture de leurs Mémoires, qu'ils confondent l'aimantation nulle et l'état neutre.

Ils ramènent le point figuratif de l'expérience au point de départ, à l'origine des coordonnées, mais pas du tout à l'état primitif. Je n'insiste pas: on trouvera la preuve complète de ce que j'avance dans mes Mémoires.

Récemment, cette même analogie entre les déformations et le magnétisme a été invoquée sans plus de raison à propos des courbes de traction du

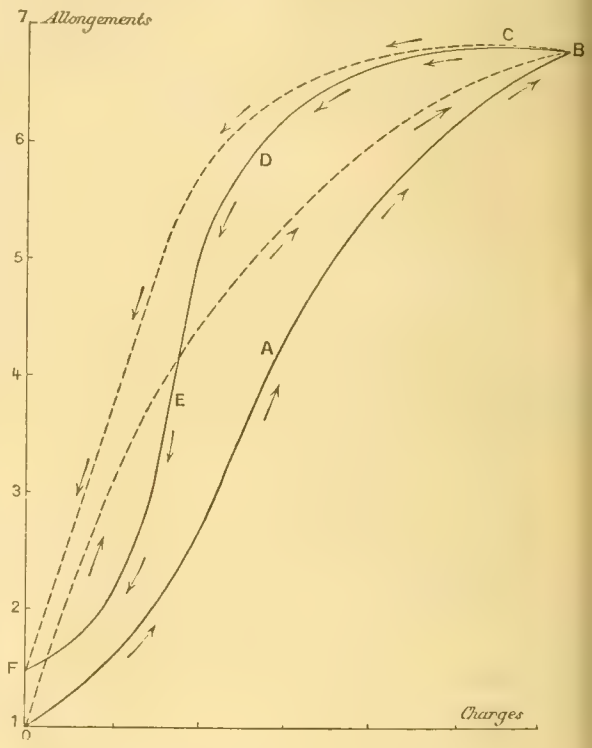


Fig. 2. — *Courbes de traction du caoutchouc.*

caoutchouc. Elles sont connues depuis 1870 au moins, et données dans un Mémoire de Villari; on sait qu'elles présentent un point d'inflexion. La figure 2, tirée de mes expériences actuelles, faites en collaboration avec M. Carrière, montre qu'elles sont très analogues aux courbes classiques d'hystérésis magnétique. Mais regardons-y de plus près: la conclusion sera bien différente.

Tout d'abord, nous remarquerons que les courbes d'aimantation sont tracées à surface constante : le barreau, en effet, conserve sa section : pour les courbes de traction du caoutchouc, la section est variable et sensiblement en raison inverse de la longueur, si nous admettons que le volume ne change pas (ce qui est exact à 2 ou 3 °/₀ près). Donc, pour rendre les graphiques comparables, il faut dilater chaque abscisse proportionnellement à

la longueur correspondante qui est indiquée en ordonnées. Pour que le nouveau graphique soit à peu près de même grandeur que le premier, on a contracté, dans le même rapport, les nouvelles abscisses, et de manière que les extrémités B des parcours coïncident. Le nouveau parcours obtenu est marqué en traits interrompus; *il est logiquement comparable avec la courbe d'aimantation, mais n'a plus la moindre analogie.* Le fameux point d'inflexion a disparu.

Je pourrais en rester là, mais je tiens à montrer comment sont généralement faits ces rapprochements entre phénomènes différents : 1° J'ai eu beau feuilleter les livres donnant les courbes d'hystérésis du fer doux; ils font tous correspondre le point d'inflexion E sur la courbe de retour à des champs négatifs; il correspond ici à des charges positives.

2° On sait que les cycles d'hystérésis, effectués entre champs égaux et de signes contraires, finissent par être symétriques par rapport à l'origine des coordonnées. Où est l'analogie avec le caoutchouc?

3° On sait combien peu la température agit sur les cycles d'aimantation. Or, des variations relativement petites modifient considérablement la forme des phénomènes pour le caoutchouc. M. Carrière et moi étudierons ces questions dans un prochain Mémoire.

4° Enfin, la vitesse avec laquelle on impose les tractions a une influence telle qu'on peut faire en sorte que le retour suivant BC se fasse *vers le haut*, ce qui correspondrait, dans la fameuse analogie, à une aimantation croissante pour un champ décroissant. J'avoue ne pas avoir entendu parler de ce phénomène, etc.

Je n'en finirais pas si je voulais tout dire.

Si nous avions une théorie acceptable du magnétisme, il pourrait être raisonnable de l'appliquer aux déformations permanentes. Mais on cherche à expliquer ce qui est obscur par ce qui n'est pas clair; surtout, on affecte de ne pas voir *qu'il existe, dans les phénomènes présentés par les solides, des groupes absolument tranchés, et qu'il faudrait d'abord s'entendre sur lequel de ces groupes doit porter la comparaison.* J'ai déjà dit et je répète qu'il n'est pas probable que l'hystérésis du caoutchouc soit comparable à l'hystérésis dans la torsion des métaux.

XIV

Aussi bien je crains fort que mes conseils restent lettre morte. Il paraît si philosophique de tout confondre qu'on a comparé aux déformations permanentes des solides les *phénomènes vitaux*; mais c'est une histoire assez intéressante et qui mérite la peine qu'on insiste.

Voici d'abord une expérience autour de laquelle on a fait quelque bruit et qui ne nous apprend cependant rien de neuf.

Supposons qu'un cylindre métallique ne soit pas homogène comme matière. On l'allonge; les parties les plus molles subissent les premières une déformation. Du fait qu'elles se sont déformées, elles se sont transformées, elles sont devenues plus résistantes. Naturellement, aux points où ces déformations se sont produites, il y a étranglement, *striction.*

Après ce premier allongement, ramenons le barreau à une section uniforme, en le repassant au tour; puis tendons-le de manière à produire un nouvel allongement. Les points où se font les nouvelles strictions ne sont plus *nécessairement* aux points où se formaient les premières; il y a *tendance* à l'apparition de strictions aux points où antérieurement la déformation était faible et où, par conséquent, la matière n'a pas été durcie. Si le premier allongement est poussé assez loin, le déplacement a effectivement lieu; s'il est petit, les strictions ne se déplacent pas sensiblement.

Voilà donc une expérience dont on interprète immédiatement le résultat général, et dont il serait extrêmement difficile de prévoir le détail dans chaque cas particulier, puisque ce détail dépend de la forme des courbes de traction de toutes les matières qui forment les différents éléments du cylindre. Il a suffi qu'on la présentât comme un exemple d'*adaptation* pour qu'elle ait eu les honneurs des revues littéraires. Or, c'est se payer de mots : il y aurait peut-être *adaptation*, si les parties du cylindre réagissaient les unes sur les autres, si leurs courbes de traction étaient modifiées par le voisinage d'éléments de propriétés différentes. Mais rien de tel ne se produit. En tous cas, l'interprétation de l'expérience n'exige pas une pareille hypothèse. S'imaginera-t-on de dire, par exemple, qu'il y a adaptation d'un filament de charbon de lampe à incandescence, nourri dans un hydrocarbure, parce que ce sont les parties les plus minces qui profitent le mieux du nourrissage? Je veux bien que ce soient là des manières de parler, mais elles sont déplorables. Je conçois que, pour embrasser un ensemble de phénomènes dont on n'a pas d'explication, on emploie un terme tel que le mot *accommodation*. Mais ici il n'y a rien de mystérieux; il suffit de regarder les courbes de traction pour se rendre compte du phénomène; quel profit tirons-nous des expressions imagées?

Voici un second exemple de cet anthropomorphisme, de cette mythologie, qui projettent un grand nombre de nos contemporains dans des accès de mysticisme.

On fait osciller un fil : tout le monde sait que les

oscillations s'amortissent; Lord Kelvin prétend que, si le fil oscille longtemps, l'amortissement augmente, mais que le repos le ramène à sa valeur initiale. Tomlinson considère le fait comme douteux. Quoi qu'il en soit, c'est un phénomène ni plus ni moins intéressant qu'une multitude d'autres que je pourrais citer, et qui prouvent que l'histoire antérieure du fil influe sur les phénomènes actuels. Il semble pourtant qu'il soit devenu capital, parce qu'on a dit qu'il y avait *fatigue d'élasticité*; le fil se reposerait et reprendrait une nouvelle vigueur. Ce terme: *fatigue d'élasticité* est fort mal choisi; s'il y avait *fatigue d'élasticité*, la durée d'oscillation augmenterait. C'est *fatigue de cohésion* qu'il faudrait dire, ou *fatigue de réactivité*, ou.....; au fond, personne ne sait ce qu'il faudrait dire, parce que le phénomème est loin d'être étudié avec précision. De toute manière, c'est une expression incorrecte; mais elle fait image, cela suffit : le phénomène, vrai ou faux, est devenu digne du grand public.

Je ne suis pas, plus qu'un autre, l'ennemi des expressions imagées; mais je déplore *que des métaphores servent de passeport à des expériences insignifiantes ou douteuses, et donnent à trop de gens l'illusion de comprendre.* Je m'expose à être traité de *mathématicien*; si ce mot veut dire que je prise la précision et fais fi d'un succès facile, je m'en honore.

XV

Si l'étude des déformations est l'ensemble complexe des recherches minutieuses que je viens de décrire, avec quelle prudence ne devons-nous pas aborder l'étude des relations qui existent entre ces déformations et un autre phénomène, par exemple entre la résistivité et la torsion. Le problème peut se formuler en une ligne : On décrit, suivant une technique donnée, une courbe quelconque de torsion, avec des arrêts donnés, sous des charges constantes ou variables données et à des températures constantes et variables données; quelle est la valeur de la résistivité aux divers points de ces courbes? J'ai le regret de constater que ce n'est pas avec cette précision que le problème a généralement été posé; aussi n'est-il pas résolu. Une torsion parfaitement élastique modifie-t-elle la résistance? En d'autres termes, le couple actuel, trop petit pour produire une déformation permanente, a-t-il quelque influence? L'écrouissage par déformation permanente produit une variation, cela n'est pas douteux. Mais existe-t-il des phénomènes analogues à la réactivité? En un mot, quels sont, parmi les groupes de phénomènes que nous avons distingués, ceux qui agissent sur la résistivité ? On voit quel intérêt offrirait cette étude systématique et quels renseignements nous en pourrions tirer sur la constitution de la matière. Je pourrais présenter les mêmes considérations pour tout autre phénomène lié aux déformations des solides.

XVI

La conclusion de cet exposé sera brève ; si nous voulons que l'étude des déformations sorte de la voie sans issue où elle est engagée depuis si longtemps, il faut résolument rompre avec des coutumes invétérées. Il faut perdre l'espoir de trouver en quelques mois ou quelques années une solution aux multiples questions qui sont posées; il faut, sans idées préconçues, avec patience, faire des expériences correctes, précises, où tout soit défini. Je crois que les physiciens en quête de découvertes retentissantes feront bien de chercher un autre sujet d'étude.

H. Bouasse,

Professeur de Physique
à la Faculté des Sciences
de l'Université de Toulouse.

L'ESPRIT SCIENTIFIQUE

DANS L'EXPANSION COMMERCIALE DE L'ALGÉRIE

Il y aura bientôt trois quarts de siècle que nous avons pris possession de notre grande colonie africaine. Et si l'on tient compte des difficultés spéciales que présentait l'entreprise, la France peut être, à beaucoup d'égards, fière de son œuvre. L'Algérie n'était point, en effet, une terre presque inhabitée, comme le furent à l'origine l'Amérique du Nord ou l'Australasie; elle n'était pas davantage un pays entièrement occupé par une population paisible et sédentaire comme sont encore les Indes, Ceylan ou Java; son cas était unique : nous allions nous heurter à chaque instant, et toujours davantage, à l'irrédentisme religieux d'une race intelligente et guerrière. La lenteur des premières années se justifie facilement. Alger conquis, on hésita d'abord à conserver la ville. On se cantonna ensuite à l'intérieur du fameux fossé d'enceinte, ouvert à travers la Mitidja, et dont les limites

furent rapidement dépassées. L'occupation s'empara entièrement du Tell, auquel le maréchal Randon rattacha Ouargla, et M. Tirman, bien plus tard, le pays du M'zab. C'est après la Convention

TABLEAU I. — *Extension des cultures.*

DÉSIGNATION	1870	1898
Blé tendre	43.984 Ha	191.004 Ha
Blé dur	56.874 —	1.093.059 —
Orge	47.436 —	1.397.590 —
Avoine	10.459 —	62.286 —
Maïs	2.742 —	13.678 —
Vigne	9.045 —	135.719 —

franco-anglaise du 5 avril 1890 que M. Cambon poussa activement l'œuvre de la pénétration saharienne, en établissant les forts Mac-Mahon, Inifel et Miribel. Enfin, en 1899, notre drapeau flottait sur les oasis du Tidikelt, du Gourara et du Touat, déplaçant ainsi de plus de 10° vers le Sud, du 37°

TABLEAU II. — *Développement des voies de communication.*

DÉSIGNATION	1870	1898
Routes nationales	1.770 km.	2.983 km.
Autres routes	4.000 —	27.696 —
Voies ferrées	395 —	3.053 —
Tonnage de la navigation dans les ports	1.276.260 tonn.	3.550.000 tonn.

au 27°, les bornes de notre meilleur domaine colonial[1].

En même temps que la surface s'étendait, l'agriculture transformait le sol, « détérioré, défertilisé » par le long séjour d'un peuple inactif; on aménageait les forêts; on utilisait l'alfa; le fer et les phosphates étaient exploités; les voies de communication se développaient; les institutions de crédit prenaient la même extension réjouissante que le mouvement commercial. Et sur cette terre, « qui dévorait plus qu'elle ne produisait », la population n'a pas cessé de s'accroître dans une proportion qui égale celle des pays d'Europe les plus favorisés à cet égard (Tableaux I à IV)[1].

Parallèlement au développement économique et à l'accroissement de la population, une évolution heureuse s'accomplit dans les méthodes de gouvernement et d'administration de l'Algérie. On abandonne une double assimilation, reconnue enfin impossible : celle des Arabes avec notre civilisation[2], et celle de la colonie avec la métropole. Cette dernière, qui avait fait appliquer à l'Algérie

TABLEAU III. — *Développement du commerce extérieur.*

ANNÉES	CHIFFRES	ANNÉES	CHIFFRES
1831	7.983.600 fr.	1890	545.977.241 fr.
1840	61.123.571 —	1895	568.999.698 —
1860	157.243.435 —	1898	606.371.897 —
1880	472.269.777 —	1901	580.538.000 —

le ridicule système des « rattachements », ne cessera entièrement que par la disparition des départements, — selon le vœu des Délégations financières, — suivie de la suppression de leurs députés et sénateurs. Les pouvoirs du Gouverneur général s'élargissent de plus en plus, en attendant la création d'une Assemblée coloniale, représentation des intérêts économiques du pays. Déjà la loi du 19 décembre 1900 a institué un budget spécial, discuté et préparé par les Délégations financières, et qui, depuis 1901, cesse d'être compris dans le budget de l'État français. Une Direction des Travaux publics et une Direction du Commerce et de l'Agriculture ont été fondées. Le 31 mars 1902, on a créé, dans chaque département, des chambres

TABLEAU IV. — *Accroissement de la population.*

NATIONALITÉS	1886	1891	1896	1901
Français et naturalisés	219.627	267.672	318.137	364.257
Israélites indigènes	42.595	47.459	48.763	57.132
Indigènes	3.262.422	3.559.687	3.764.076	4.072.089
Marocains et Tunisiens	22.340	17.376	17.022	26.266
Etrangers	205.212	215.793	211.580	219.587
Total	3.752.196	4.107.987	4.359.578	4.739.331

[1] Cf. J. CAZENAVE : *La Colonisation en Algérie*, Alger-Mustapha, 1900.

[1] Cf. : GOUVERNEMENT GÉNÉRAL DE L'ALGÉRIE : *Exposé de la situation générale de l'Algérie*. Alger-Mustapha; publication annuelle qui forme la principale source pour l'étude économique de la colonie. — M. WAHL : *L'Algérie*, 3e édit., Paris, 1897. Une nouvelle édition de cet ouvrage vient de paraître, entièrement revue par M. A. Bernard.

[2] Au XXIIIe Congrès géographique français, tenu à Oran,

d'agriculture qui présenteront au Gouverneur général, en mai et novembre, leurs vues sur toutes les questions qui intéressent l'agriculture, réforme parfaitement en harmonie avec le caractère surtout agricole de la production algérienne, et très opportune après la crise qui vient de frapper l'exportation des vins. Le nouvel emprunt de 50 millions, accordé par le Parlement en avril 1902, est réparti sur cinq années et destiné à la création des centres de colonisation, au reboisement, à l'agrandissement des ports, à la construction de routes, voies ferrées et travaux hydrauliques. C'est qu'en effet, depuis dix ans, les travaux publics, outillage indispensable d'une colonie, étaient par trop négligés, et principalement l'œuvre de l'irrigation, capitale dans un pays qui, suivant l'heureuse expression de Jules Duval, a besoin par-dessus tout d'une « politique hydraulique[1] ».

Nous voudrions, dans les pages qui vont suivre, relever scientifiquement les faits sur lesquels repose la vie économique de l'Algérie, et que notre politique a le devoir de considérer pour aider au développement commercial de notre belle et plus ancienne colonie d'Afrique.

I

Le territoire algérien colonisable est compris entre deux limites très différentes : d'une part, la Méditerranée, qui régularise le climat, et, d'autre part, le Sahara, dont l'atmosphère est tour à tour brûlante et froide. Aussi bien, trouve-t-on dans ce pays les climats les plus divers, d'autant plus que la surface du sol est des plus tourmentées. On peut distinguer une zone marine, relativement chaude et humide, une zone montagneuse tempérée, une zone de hautes terres, avec des températures extrêmes très marquées, et, enfin, une zone désertique ou saharienne, où la pluie est très rare, l'air sec et souvent brûlant. La dominante de ces climats est la sécheresse, commune aux pays méditerranéens; c'est pourquoi l'irrigation y tient une place prépondérante. D'autre part, l'Algérie appartient à l'Europe et non à l'Afrique. L'Atlas, la grande chaîne qui traverse le pays de l'Ouest à l'Est, et dont les plissements sont analogues à ceux de l'Apennin, s'est simplement séparé des Alpes par un effondrement dans l'axe de la Méditerranée. Ainsi le climat, le relief et la flore de l'Algérie se rattachent à l'Europe méridionale par leur caractère méditerranéen[1].

Ces faits scientifiques constatés, quelles sont les productions agricoles que notre colonie devra développer de préférence en vue de l'exportation? Ce seront évidemment celles qu'exploite l'Europe méridionale, et, à cet égard, on ne saurait trop dissiper les illusions de ceux qui croient encore que l'Algérie est propice aux cultures coloniales, telles que caféier, cacaoyer, canne à sucre, cotonnier, etc. Cette dernière plante, assez robuste pourtant, n'a jamais donné des résultats économiques: elle traverse difficilement une année entière, et sa fructification annuelle est souvent compromise par des pluies automnales et des froids précoces[2]. D'autre part, étant donnée la diversité des climats, il ne faut pas que l'Algérie se borne à un petit nombre de cultures. La loi de sa production agricole doit être la variété[3]. Il faut aussi, d'une manière générale, substituer, partout où cela est possible, la culture intensive à la culture extensive qui a dominé jusqu'à ce jour, améliorer les méthodes, introduire des espèces nouvelles, perfectionner l'outillage, assainir certaines zones et surtout entreprendre tous les travaux d'hydraulique agricole nécessaires. Cette amélioration des rendements s'impose, non seulement pour accroître les exportations, mais encore pour subvenir aux besoins de la population indigène que l'on exproprie à mesure qu'elle augmente.

Si nous partons des forêts pour aboutir à l'élevage, en passant par les cultures alimentaires et industrielles, le premier produit d'exportation que l'Algérie doit développer, c'est le *liège*. Le chêne, qui le porte, est un des arbres les plus caractéristiques de la région méditerranéenne occidentale. On ne le trouve sérieusement exploité qu'en Espagne, Portugal, France, Italie, Tunisie, Algérie

en 1902, l'agha Mohammed ben Rahal, a fort bien exposé la question. « L'assimilation, a-t-il dit en substance, sera toujours impossible. Nous avons un passé trop ancien et trop grand, une histoire trop glorieuse, une religion à laquelle nous sommes trop attachés pour pouvoir y renoncer. Il nous faut marcher côte à côte, en cherchant de bonne foi à vivre en paix les uns avec les autres, dans l'intérêt de la prospérité et du développement de l'Algérie, chacun de nous gardant la mentalité qui lui est propre ».

[1] Sur toute la question des irrigations, cf. le savant ouvrage de M. Brunhes : *L'Irrigation dans la Péninsule ibérique et dans l'Afrique du Nord*, in-4, Paris, 1902.

[1] Cf. A. Bernard et E. Ficheur : Les régions naturelles de l'Algérie. *Annales de Géographie*, mai, juillet, novembre 1902.

[2] Au moment de la guerre de Sécession, pendant la suppression du marché américain, la production cotonnière de l'Algérie s'éleva jusqu'à 8 ou 9.000 quintaux. Mais la décadence fut rapide. Pour quelques agriculteurs, l'expérience serait à refaire en empruntant, cette fois, des variétés du Turkestan ou d'Égypte.

[3] « Le cultivateur algérien, a dit M. Jonnart à la Chambre des Députés (décembre 1903), a compris que la culture de la vigne ne devait pas absorber tous ses efforts, ni l'intégralité de ses capitaux; que son intérêt était de développer la culture des céréales, la culture des primeurs, les cultures arbustives qui débutent et qui ont un si large avenir en Algérie, et aussi l'élevage des troupeaux, de façon à assurer à la production algérienne une variété et, par conséquent, un équilibre qui lui font encore défaut aujourd'hui... »

et Maroc. Le liège algérien, dont la qualité pourrait sans doute être améliorée, à moins que son infériorité ne fût l'effet du climat, a beaucoup d'avenir devant lui[1]. Il en est de même de l'*alfa*, que l'Angleterre emploie dans la fabrication du papier et qui couvre une partie de la zone des hautes terres, principalement dans la province d'Oran. Le papier d'alfa est souple, soyeux, résistant, transparent, d'une grande pureté. Il convient très bien pour les éditions de luxe, les belles gravures. Ces qualités suffisent pour attirer l'attention sur l'importance de cette graminée, commune aux régions sèches de l'Espagne et de toute la Berbérie, jusqu'à la Tripolitaine[2].

La culture des *céréales* forme la base de l'agriculture algérienne. Elle satisfait aux besoins de la population et alimente, en outre, un commerce d'exportation qui est certainement appelé à grandir, surtout en ce qui concerne le blé dur, l'orge et le maïs. Le blé dur, par sa forte teneur en gluten, est particulièrement recherché pour la fabrication des pâtes et des semoules; de plus, les sortes algériennes viennent au second rang des blés du monde, immédiatement après ceux de Russie. Notre colonie, qui possède, en abondance, le phosphate de chaux, l'engrais par excellence des céréales, peut arriver facilement à doubler sa production, sans craindre la redoutable mévente qui frappe les vins depuis plusieurs années[3].

La *vigne* occupe la deuxième place dans les cultures. Elle produit, en moyenne, de 4 à 5 millions d'hectolitres de vin, dont la grande majorité doit être exportée, puisque les Arabes n'en consomment pas. Jusqu'en 1900, ce produit formait à lui seul le cinquième de la valeur du commerce total, importations et exportations comprises. On saisira ainsi le trouble occasionné par la crise actuelle et l'importance d'en rechercher le remède. Il semble d'abord que là, comme dans notre Midi, on a trop recherché la quantité, et souvent aux dépens de la qualité, alors que, la production ne cessant d'augmenter à peu près partout, il eût fallu faire l'inverse. De plus, étant donnée la température du pays, une solution heureuse serait sans doute celle que proposait récemment un chimiste œnologue, M. Roques, et dont voici les conclusions : « Je ne veux pas exagérer l'importance des résultats que les viticulteurs algériens obtiendraient et leur dire : Vous pouvez, en calquant les procédés de vinification employés en Espagne, en Portugal, en Italie, préparer des xérès, des malagas, des madères, des portos, des marsalas, etc., et concurrencer les vins de liqueur de ces pays. Une telle concurrence ne s'improvise pas. Ceux qui connaissent les chais de Xérès ou ceux de Porto savent quelles richesses ils renferment; il y a là des stocks de vins vieux d'une grande valeur qui sont d'une ressource inestimable pour la préparation de divers types de vins que le commerce d'exportation demande. C'est grâce à ces stocks précieux que ces régions ont pu acquérir et conserver la renommée de leurs vins; de même que c'est grâce aux stocks de vieilles eaux-de-vie accumulés dans ses chais que Cognac a pu supporter la crise phylloxérique et maintenir sa vieille et légitime réputation... De ce qu'on ne peut avoir la prétention de faire ces vins de liqueur de premier ordre, il ne s'ensuit pas qu'il y ait lieu d'abandonner toutes les tentatives dans cette voie. L'Algérie et la Tunisie peuvent prétendre à faire de bons vins de liqueur. Réussiront-elles mieux en cherchant à faire des vins genre madère, ou genre porto, ou genre malaga? C'est ce que l'avenir nous apprendra si nos viticulteurs se mettent à l'œuvre[1] ». La réserve de M. Roques inspire plutôt confiance. Quant au reste, les viticulteurs seraient bien inspirés en pratiquant davantage l'association, sous la forme de ces syndicats de vente dont nous parlerons plus loin[2].

Le climat de l'Algérie, si favorable à la vigne, convient pareillement aux *arbres fruitiers*, qui sont une des richesses de l'Espagne et de l'Italie[3]. Figuiers, orangers, citronniers, oliviers, caroubiers, chasselas de Fontainebleau, réussissent à merveille et donnent des produits de qualité supérieure. Il en est de même des deux millions de palmiers que se partagent les oasis du Sud. Les dattes de l'oued Rir, et spécialement la variété *deglet nour*, peuvent rivaliser, comme finesse et saveur, avec celles des meilleures provenances. La Société agricole et industrielle du Sud algérien en a même tiré une eau-de-vie de bonne qualité, et ses essais de cultures potagères, asperges et

[1] Cf. : H. Lefebvre : *Les forêts de l'Algérie*, Alger-Mustapha, 1900. — Gouvernement général de l'Algérie : *Notices sur les forêts domaniales. Chênes-liège et cèdres*, Alger, 1894.

[2] Cf. J. Battandier et L. Trabut : *L'Algérie, le sol et les habitants*, Paris, 1898, p. 120-140.

[3] Cf. H. Lecq : *L'Agriculture algérienne. Ses productions*. Alger-Mustapha, 1900. — J. Varlet : *Les céréales d'Algérie*, id. — Ch. Rivière et H. Lecq : *Manuel pratique de l'agriculteur algérien*, Paris, 1900.

[1] Cité par le *Bulletin de l'Office des renseignements généraux et de colonisation* du Gouvernement général de l'Algérie, 15 août 1902.

[2] Cf. J. Dugast : *Les vins d'Algérie*, Alger-Mustapha, 1900. — J. Bertrand : *La viticulture et la vinification en Algérie*, id. — V. Pulliat : *Les vignobles d'Algérie*, Paris, 1898.

[3] Dans certaines régions, comme la plaine du Chéliff, les cultures fruitières forment le meilleur remède aux sécheresses et aux mauvaises récoltes de céréales, parce qu'elles vont chercher dans le sol des réserves d'humidité et qu'elles agissent sur le climat lui-même en empêchant l'échauffement de la terre.

piments, à l'ombre des palmiers, ont fort bien réussi.

Les *cultures maraîchères*, comme les cultures fruitières, n'exigeant que de faibles capitaux, offrent au colon peu fortuné de grandes chances de réussite, surtout dans la zone marine et à proximité des ports d'embarquement. L'exportation des primeurs, petits pois, haricots verts, artichauts, pommes de terre, tomates, asperges, etc., ne fait que croître. Le port d'Oran, à lui seul, en a exporté 2 millions et demi de kilogs du 1er juillet 1901 au 1er juillet 1902. Quelques cultures industrielles ont également les plus grandes chances d'avenir. Tel est le cas du *tabac*, surtout dans les qualités supérieures, et des *plantes à essence* : géranium, eucalyptus, menthe. La culture du *lin*, principalement en vue de la graine, et celle du *mûrier* pourraient être reprises et développées avantageusement. D'autres, comme celles de la *ramie*, des *agaves*[1], — pour leur crin, — de certaines plantes à tannin, comme le *sumac*, du *maté*[2], trouveraient des débouchés certains[3].

Au point de vue de l'*élevage*, le climat algérien ne convient guère qu'au petit bétail, qui prend le troisième rang dans les exportations, après le vin et les céréales. Les hautes terres, surtout, possèdent de grandes étendues de terrains, dont le mouton seul peut tirer parti. Aussi bien, faut-il veiller que, dans les steppes, la colonisation, en entravant la transhumance par l'occupation des meilleures terres et des points d'eau, ne provoque un trouble profond dans le fonctionnement rationnel du système pastoral, en nuisant à l'élevage du mouton, véritable richesse de ces régions, pour le remplacer par des cultures très aléatoires et très limitées. Or, étant donné que tout ce bétail est exporté en France, qui est encore malgré cela tributaire de l'étranger, aussi bien pour la laine que pour la viande, on peut en conclure que l'Algérie ne saurait assez développer cette branche agricole à laquelle elle est si bien adaptée[4].

Enfin, grâce à ses 1.100 kilomètres de côtes, remarquables par la richesse de leur faune ichthyologique[5], l'Algérie pourrait retirer beaucoup plus de la *pêche maritime* par l'installation de fabriques de conserves, par la reprise de la pêche du corail, presque complètement abandonnée de nos jours[1], par une large augmentation du personnel nécessaire et notamment par l'emploi des indigènes. Si les premiers essais n'ont pas été heureux, nul doute que cette branche ne finisse par trouver le succès, dans des conditions naturelles aussi favorables[2].

Par le fait de l'absence de houille, — houille noire et houille blanche, — l'Algérie est et restera sans doute, longtemps encore, à l'âge de l'agriculture. Mais, si les grandes industries de transformation lui sont interdites[3], à de rares exceptions près, il

---

[1] Cf. Dr Trabut : *Le crin de Tampico et la culture des agaves en Algérie*, dans la *Revue générale des Sciences*, 15 mars 1901.

[2] D'après des études déjà anciennes de M. Mussat, professeur à l'Ecole de Grignon, le maté, produit jusqu'ici par le Paraguay et le Brésil, et qui va être introduit dans les possessions allemandes de l'Afrique, pourrait être cultivé dans la province d'Oran, où il rencontrerait des conditions météorologiques et géologiques favorables.

[3] Cf. C. Rivière : *Les cultures industrielles en Algérie*, Alger-Mustapha, 1900. — P. Gros : *Plantes à parfum*, id. — J. Battandier : *Plantes médicinales*, id.

[4] Cf. Couput : *Espèce ovine, laines et industrie lainière*, Alger-Mustapha, 1900. — Gouvernement général de l'Algérie : *Le pays du mouton*, Alger, 1893.

[5] Dans un Rapport adressé, en 1890, au ministre de la Marine, M. Bouchon-Brandely, inspecteur général des pêches maritimes, s'exprimait ainsi sur la richesse de la faune ichtyologique algéro-tunisienne :

« La faune marine de ces eaux est analogue à celle de notre littoral méditerranéen, mais combien n'est-elle pas plus riche en individus! L'allache, l'anchois, la sardine s'y montrent à toute époque de l'année, et, par moments, en bandes innombrables; on les pêche sans appât jusque dans le fond des ports, et il n'est pas rare de voir les barques revenir chargées jusqu'aux plats bords, leurs filets rompus sous le fardeau des prises. Les migrations des thons s'y produisent sur nombre de points; certaines madragues en capturent huit, dix et douze mille durant leurs deux mois de pêche. Les merlans, les homards, les langoustes y atteignent une taille inconnue sur les plages de l'Océan. On fait là, en un mot, de véritables pêches miraculeuses. »

Depuis cette époque, on a constaté une notable augmentation de toutes les espèces migratrices; il est vrai que la sardine a disparu presque complètement de certains parages pendant quelques années, spécialement du littoral oranais; mais, par contre, elle s'est montrée en quantités considérables, en bancs compacts, surtout depuis trois ans, sur la côte est de l'Algérie et sur la côte nord de la Tunisie. La dernière campagne (1903), a été des plus fructueuses; pêcheurs et saleurs, installés dans les baies de Bougie, de Djidjelli, de Collo et de Stora, ont fait des affaires d'or, et dans le seul petit port de Mahdia (Tunisie), du 15 mai au 25 juin, 151 barques, montées par 906 pêcheurs, ont pris, chaque jour, en moyenne, 20.000 kilogs de sardines, d'une valeur de 18 fr. 50 les 100 kilogs.

[1] Une nouvelle réglementation, rationnelle et prévoyante, a divisé le littoral algérien en trois zones, dans chacune desquelles la pêche du corail est alternativement ouverte pendant cinq années consécutives, tandis qu'elle est interdite pendant la même période dans les deux autres. Ce délai assurera la repousse du corail et permettra aux nouvelles branches d'atteindre un développement suffisant pour avoir une valeur marchande rémunératrice.

[2] Cf. Imbert : *Note sur les services maritimes de l'Algérie*, Alger-Mustapha, 1900. — H. Garrot : *La colonisation maritime en Algérie*, Alger, 1900. — P. Layrle : *La colonisation maritime en Algérie*, et Baron d'Orgeval : *La pêche en Algérie*, dans les *Comptes rendus du Congrès international des pêches maritimes*, tenu à Dieppe, en 1898. Paris, 1900.

M. Jonnart et M. Pichon ont confié, l'an dernier, à M. E. Violard, une mission visant ce double but : 1° Pousser les fabricants de conserves de poissons migrateurs à venir s'installer sur le littoral nord-africain; 2° Engager les pêcheurs bretons à s'établir à proximité des usines algériennes.

[3] Il faut cependant mentionner et encourager, au point de vue de l'exportation, les *manufactures de tabac*, dont quelques-unes sont réputées à l'Étranger, les *moulins à huile*, répandus surtout en Kabylie, les *minoteries*, les *distilleries*, les *fabriques de crin végétal*, les *sparteries*, et enfin les *industries d'art indigènes* que l'on s'efforce de relever de leur

n'en est pas de même de l'extraction de certaines richesses naturelles, comme le *sel*, les *phosphates* et le *fer*, et, pour une moindre importance, le *zinc*, le *plomb* et le *cuivre*. L'Algérie doit ici profiter le plus possible de ses avantages, et notamment du bon marché de la main-d'œuvre, pour exploiter des matières qui ont un débouché assuré dans l'agriculture et l'industrie européennes. Alors que nos hauts-fourneaux manquent de fer, le minerai algérien s'en va en Allemagne, en Angleterre, aux États-Unis même, qui savent apprécier sa pureté et sa forte teneur en métal. Avec les réserves actuelles de phosphates et les espérances que l'on fonde sur les nouveaux gisements de fer du Djebel-Ouenza, évalués par le Service des Mines algérien à 100 millions de tonnes[1], l'Algérie a devant elle, dans cette voie, les plus belles chances d'avenir[2].

II

Nous venons de passer sommairement en revue les produits capables d'alimenter l'exportation de notre colonie de l'Afrique du Nord, et nous avons insisté principalement sur ceux qui trouveraient le plus facilement des débouchés, puisque là est l'objet essentiel de notre étude. Mais nous n'avons guère considéré que les aptitudes du sol et du climat La production exige un autre facteur : l'indigène et surtout le colon. L'indigène, Arabe ou Kabyle, est bien, en effet, malgré ses méthodes primitives, le grand cultivateur et plus encore le grand éleveur; mais, au point de vue direct de l'exportation, il ne joue aucun rôle. Cette fonction incombe entièrement au colon. Voilà pourquoi l'immigration européenne a une place importante dans la question qui nous occupe. Cette question a passé par bien des phases, que M. H. Pensa esquisse en ces termes : « Colonisation par la création de villages militaires, ainsi que l'imagina le maréchal Bugeaud, colonisation par l'attribution gratuite de lots de terre, colonisation par l'adduction d'ouvriers des villes, comme celle qui, en 1848, amenait à Alger près de 10.000 colons, colonisation par l'intermédiaire de grandes compagnies financières comme l'attribution de 100.000 hectares, en 1866, à une Compagnie genevoise, colonisation par la vente des forêts séquestrées ou par la création administrative de villages : les entreprises coloniales les plus diverses furent également tentées[1]. » L'expérience ne nous aura donc pas manqué. Aussi bien, M. Revoil, continuant l'œuvre que vient de reprendre son prédécesseur et successeur, M. Jonnart, donnait à la colonisation l'impulsion qu'elle attendait depuis de longues années. Sur les 50 millions de l'emprunt précité, 12.900.000 francs lui seront consacrés dans le but, soit d'améliorer les centres anciens, soit de créer des centres dès maintenant étudiés, ou d'étendre la colonisation dans des régions nouvelles. « Par une série de villages nouveaux, écrit *Le Temps*, on va rejoindre la région de colonisation du plateau de Médéah à celle de la plaine du Chéliff, continuer la pénétration dans l'intéressante région du Dahra et dans la région forestière du Telagh et aborder, à la fois aux environs de Batna, dans la province de Constantine, sur le plateau du Sersou, dans la province d'Alger, et dans la plaine des Maalifs, dans la province d'Oran, des régions nouvelles. Car c'est une sorte de découverte que l'initiative privée a faite en ces dernières années que l'Algérie colonisable est plus profonde que l'on ne croyait et que des parties des hauts plateaux, délaissées autrefois, offrent d'excellentes terres à blé, où l'on retrouve un climat et des conditions culturales qui rappellent de près la France. Dans le Sersou, notamment, la colonisation officielle ne fera que suivre la colonisation libre qui y a pénétré depuis quelques années et qui y prospère. L'Administration compte se procurer ainsi 1.220 lots à donner en concessions gratuites ou à vendre, ce qui permettra d'installer plusieurs milliers de Français. Ce résultat fera un heureux contraste avec celui des années précédentes. » Il faut, en effet, se féliciter du large essai qui sera fait du système de la vente, mais il est à souhaiter qu'en cette matière on annule la disposition du décret de 1878 qui ne permet que la vente aux enchères, pour la remplacer par la vente à bureaux ouverts, seule pratique[2]. De plus, imitant en cela l'exemple qui a si bien réussi à la Tunisie, l'Administration, en bonne commerçante, s'est mise à faire de la publicité en faveur de ses terres. Une affiche et

décadence. Cf. l'intéressante brochure de M. E. Viollard : *Les industries d'art indigènes en Algérie*, Alger, 1902.

[1] Cf. L. de Launay : *Le Djebel Ouenza et les minerais de fer de la frontière tunisienne*, dans la *Nature*, 16 août 1902; et l'article du même auteur dans la *Revue générale des Sciences* du 30 novembre 1902.

[2] Cf. Service des mines : *Notice minéralogique*, Alger-Mustapha, 1900. — L. Pelatan : *Les richesses minérales des colonies françaises*, Paris, 1901. — Ministère des travaux publics : *Statistique de l'industrie minérale en France et en Algérie*, Paris, 1901. — Ad. Carnot : *Les phosphates de chaux*, dans le *Bulletin de la Société de Géographie et d'Archéologie d'Oran*, t. XVIII, 1898. L'auteur évalue les gisements de phosphates, commercialement exploitables en Algérie et Tunisie, à 500 millions de tonnes.

[1] *L'Algérie*. Voyage de la délégation de la Commission sénatoriale d'étude des questions algériennes, Paris, 1894.

[2] Cf. Rouire : *Les Colons de l'Algérie*, dans la *Revue des Deux Mondes*, 15 septembre et 15 octobre 1901. — J. Chailley-Bert : *Dix années de politique coloniale*, Paris, 1902. — J. Cazenave : *La colonisation en Algérie*, op. cit. — *Bulletin* bimensuel publié par l'*Office de renseignements généraux et de colonisation*, ouvert à Paris par le Gouvernement général de l'Algérie, et qui s'occupe notamment « de signaler les débouchés ouverts en France et à l'Étranger aux produits algériens ».

une petite brochure ont été composées. L'affiche, qui porte une carte très claire, une notice sur les villages à créer et l'exposé des conditions à remplir pour obtenir une concession, doit être répandue dans toute la France et aucun village ne saurait être oublié. La brochure, qui contient les mêmes renseignements, mais avec beaucoup plus de détails, est envoyée à quiconque en fait la demande.

III

Produire abondamment l'objet convenable ne suffit pas : il est ensuite nécessaire de le transporter facilement à la mer ou vers la frontière et de lui trouver des débouchés. La question des voies de communication est donc la première qui se présente à nous.

Et, avant d'entrer dans le détail, il faut attirer l'attention sur un principe général qui doit présider à l'établissement des travaux publics, à savoir l'économie la plus stricte et la diffusion la plus large. S'il n'en a pas été toujours ainsi, si l'on a voulu souvent « tout faire comme en France et briller en exécutant de beaux travaux », ce temps est passé. M. Revoil, dans une circulaire en date du 28 juillet 1902, parlant de l'utilisation du dernier emprunt, écrit très justement : « Des ouvrages perfectionnés peuvent être justifiés dans un pays où les besoins les plus pressants sont déjà satisfaits et où ces travaux nouveaux ne constituent, en quelque sorte, que des compléments, des parachèvements d'un outillage ancien. Ce n'est pas le cas dans les régions nouvelles de l'Algérie, où il s'agit, au contraire, de créer les premiers éléments de cet outillage. Les besoins sont nombreux et les ressources limitées; il est préférable de donner, au plus grand nombre possible, une satisfaction même moins complète plutôt que de limiter le nombre des participants en assurant, aux plus favorisés seulement, une solution plus parfaite. Plus tard, à mesure que les ressources de la colonie se développeront, on perfectionnera, on reconstruira au besoin sur des plans définitifs, certains ouvrages édifiés pour répondre aux exigences du moment. On aura ainsi sagement proportionné les dépenses aux ressources de chaque époque, et cela pour le plus grand bien du pays ».

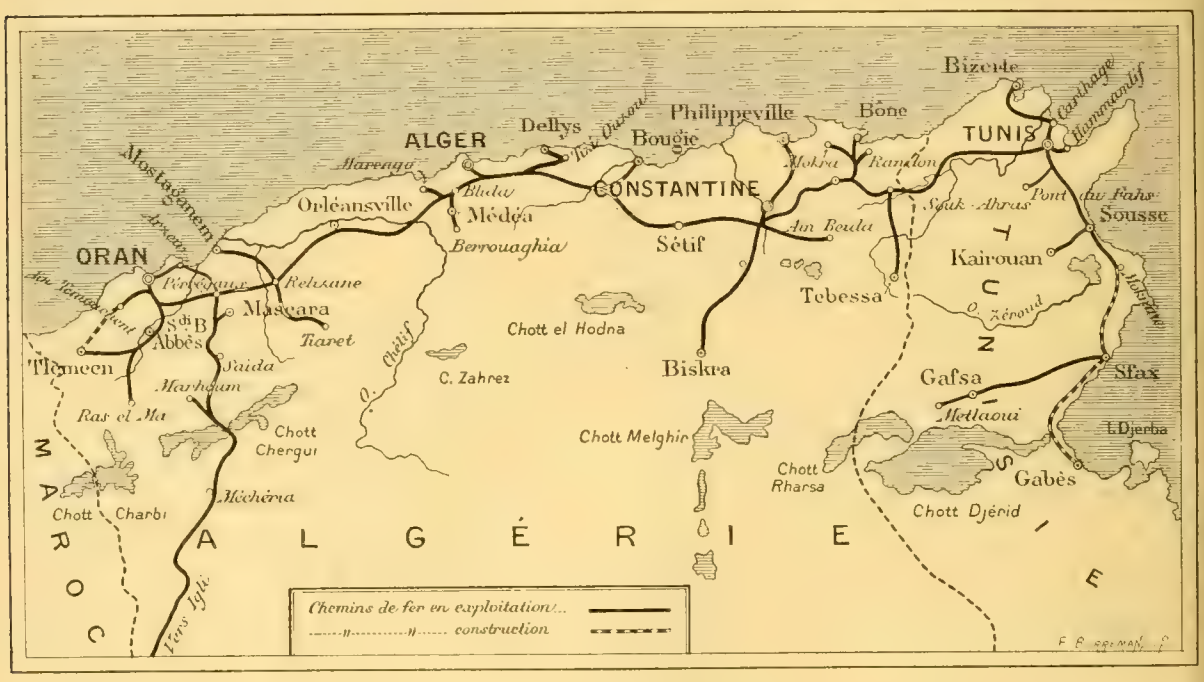


Fig. 1. — *Carte économique de l'Algérie.*

La longueur totale des *routes* algériennes était, en 1899, de 2.923 kilomètres pour les routes nationales, et 8.129 kilomètres pour les routes départementales, chemins de grande communication et chemins d'intérêt commun. Leur développement ne s'arrête pas, puisqu'en 1902-1903 3.800.000 francs seront consacrés à leur entretien ou à la construction de nouveaux tracés. Certaines défectuosités, dues à l'établissement au point de vue stratégique ou à l'insuffisance des études, n'empêchent point que l'ensemble soit généralement satisfaisant. La fréquentation des routes algériennes est presque double de celle des routes

françaises, et, si l'on tient compte de ce fait que, par suite des conditions climatériques, chaleur et sécheresses persistantes surtout, elles présentent souvent peu de résistance, on comprendra que leur entretien soit difficile et coûteux[1]. En France, le tonnage kilométrique total des routes nationales, en 1894, a été moins de dix fois celui de l'Algérie, alors que la longueur totale du réseau dépasse quinze fois celle du réseau algérien. Ces chiffres montrent éloquemment la part importante et presque anormale que prennent les routes dans le trafic de notre colonie. Cela tient à deux causes : la première, c'est que l'indigène utilise surtout cette voie, et la seconde vient des conditions défectueuses dans lesquelles sont exploités les chemins de fer algériens et qui font que, par raison d'économie, le public préfère continuer à aller en diligence, comme cela se voit entre Bel-Abbès et Oran, Alger et Tizi-Ouzou, Constantine et Philippeville.

Cependant, la route est insuffisante. C'est la *voie ferrée* qui augmente la sécurité, accroît la fortune publique, contribue à la mise en valeur du sol, tel un « véritable fleuve colonisateur qui charrie les colons et les dépose sur ses berges[2] ».

Au 31 mars 1900, l'Algérie possédait 2.906 kilomètres de voies ferrées, appartenant à six Compagnies. C'est peu comme longueur, — bien que la proportion, calculée par habitant, soit plus réjouissante et qu'il faille tenir compte des difficultés du relief, — mais c'est peu, étant donné que le cabotage ne rend guère de service aux communications et qu'aucune rivière n'est navigable ou flottable, et, par contre, c'est beaucoup comme nombre de Compagnies. Nous touchons ici à l'un des graves reproches que l'on adresse aux chemins de fer algériens : le manque de liaison et d'unité dans leur organisation. « Les changements de réseaux, écrit M. Aug. Bernard, ont des conséquences fâcheuses au point de vue du transport des voyageurs et des marchandises, au point de vue des pertes de temps, au point de vue des charges financières de l'exploitation, au point de vue de la décroissance des taxes pour les longs parcours, de la diversité et de la complication des tarifs. Il y a augmentation des frais généraux, allongement des délais de livraison, application de tarifs différents suivant les réseaux et souvent d'une ligne à l'autre d'un même réseau. En 1886, le transport des céréales coûtait, dans les départements d'Alger et d'Oran, 5 centimes par tonne kilométrique, alors qu'il revenait à 13 centimes dans le département de Constantine[1] ». On pourrait multiplier ces exemples. D'autre part, le contrat de certaines Compagnies est établi de telle manière qu'elles ont intérêt à ne pas développer leur trafic et qu'elles deviennent ainsi un obstacle aux communications. Deux remèdes sont possibles : la fusion plus ou moins volontaire entre une ou deux Compagnies, ou bien, ce qui paraît encore préférable, le recours à la faculté de rachat que les contrats donnent à l'État à partir de 1903, solution que l'Algérie pourrait réaliser avec l'appui financier de la métropole[2].

Un autre défaut sérieux, c'est l'emploi simultané des deux systèmes à voie étroite et à voie large, qui impose des transbordements coûteux et gêne la circulation en empêchant les emprunts de matériel d'une ligne à l'autre. Enfin, il nous reste à indiquer quelques-unes des lignes dont la construction s'impose au point de vue du commerce extérieur. C'est d'abord la prolongation de la ligne de Tlemcem jusqu'au grand marché de Marnia, amorce de la future ligne d'Oudja-Taza-Fez. Le quadrilatère compris entre Bougie, Philippeville et le grand central aurait bien besoin d'être desservi. Djidjelli est encore isolé malgré son importance. Une ligne est projetée d'Aïn-Beida à Tébessa dont l'utilité serait peut-être moins grande qu'une autre allant de la première de ces localités dans la direction de Batna et desservant la région au nord

[1] Aussi, est-ce en Algérie, dans le département d'Oran, que les premiers essais de pétrolage des routes ont été tentés. Les résultats satisfaisants, obtenus là-bas comme ailleurs, permettront sans doute à cette pratique de se généraliser.

[2] Ce rôle de premier ordre du chemin de fer est fort bien mis en lumière par les lignes suivantes de M. G. Hanotaux : « Ce qui paraît évident, si peu que l'on séjourne en Algérie, c'est que le grand ouvrier de ces diverses tâches, le collaborateur le plus puissant de la civilisation, le conquérant, le pacificateur par excellence, c'est le chemin de fer. Par le chemin de fer, on assurera tout à la fois l'ordre, la richesse et la pénétration. Toutes les questions algériennes se perdent dans la question des chemins de fer, comme les fleuves dans la mer. Si, du jour au lendemain, cette terre était couverte du réseau qu'il est facile de rêver, elle serait transformée comme par un coup de baguette : elle ferait de la France non seulement une « plus grande France », mais une « plus belle France ». Des terres admirables sont encore désertes : c'est que le travail humain ne saurait les aborder; des récoltes magnifiques ne se vendent pas : c'est que les conditions du transport sont mal établies, ou insuffisamment assurées; des richesses immenses qui résident sous ce sol sont ignorées : c'est que l'homme n'est pas mis à pied d'œuvre ». Cit. par les *Annales politiques et littéraires*, 21 décembre 1902.

[1] *Les chemins de fer en Algérie*, dans les *Questions diplomatiques et coloniales*, du 1er octobre 1899. — Cf. également Forestier : *Notice sur les chemins de fer algériens*, Alger-Mustapha, 1900.

[2] Le Conseil supérieur de l'Algérie, dans sa session de janvier 1897, a émis le vœu que « l'Etat procède au rachat de toutes les lignes ferrées d'intérêt général concédées à diverses compagnies, afin de faciliter l'unification du réseau et son exploitation dans des conditions à la fois moins onéreuses pour le budget et plus favorables au développement des transports à bon marché ». Une loi récente (décembre 1903) vient de réorganiser les chemins de fer algériens en conférant au Gouverneur général les pouvoirs du ministre des Travaux publics et en donnant à l'Algérie — avec l'appui financier de la Métropole — la libre disposition de ses lignes ferrées.

de l'Aurès[1]. Enfin, les trois lignes de pénétration, projetées vers l'Extrême-Sud, de Beni-Ounif au Touat, par l'Oued Saoura, de Berrouaghia à Laghouat et de Biskra à Ouargla, sont indispensables, dans un but de sécurité et de pacification, sans que l'on puisse prévoir encore l'avenir qui leur est destiné au point de vue agricole et commercial. Il en serait de même du Transsaharien, dont la Mission Foureau-Lamy a établi la possibilité matérielle[2]. Et si l'on admet les prévisions de M. Paul Leroy-Beaulieu[3], assimilant à l'Égypte la région du Tchad, cette grande artère drainerait sur le territoire algérien les éléments d'un transit des plus rémunérateurs.

La côte algérienne, qui s'étend entre Nemours et la Calle, est fort peu découpée et peu favorable à l'accostage des navires, bien qu'elle soit généralement élevée et montagneuse. Trois grandes baies abritent Bougie et Djidjelli, Arzew et Mostaganem, Collo et Philippeville. Dans d'autres plus petites, mais parfois mieux abritées, se trouvent les *ports* d'Oran, Alger, Bône et quelques autres de moindre importance. Les avantages naturels faisant en partie défaut, il a fallu développer ou créer artificiellement. A la fin de 1899, on avait dépensé pour les travaux maritimes une somme dépassant 135 millions de francs, et il reste beaucoup à faire pour desservir convenablement un trafic qui s'accroît dans des proportions particulièrement rapides et qui exige des améliorations incessantes. La meilleure règle à suivre eût été de ne point éparpiller les crédits sur un trop grand nombre de points pour les porter sur ceux qui répondent à de réels besoins, car, en pareille matière, l'avenir est à la concentration du commerce maritime dans un petit nombre de grands ports. Ainsi, Mostaganem, exposé à tous les vents dangereux de l'Ouest et du Nord, a nécessité 6 millions et demi pour arriver à un tonnage annuel (1898) de 69.000 tonnes; Ténès, 7 millions et demi, pour un tonnage de 11.500 tonnes, alors que Béni-Saf n'a dépensé que 3.850.000 francs pour un tonnage de 364.000 tonnes, et Bougie 2.286.000 francs pour un tonnage de 114.000 tonnes. Si l'on ne peut pas revenir sur ce qui est fait, il est temps encore de répartir la part qui revient aux ports, dans le récent emprunt de 50 millions, d'une manière plus rationnelle, c'est-à-dire proportionnellement au tonnage — et à sa valeur, — tout en tenant compte des aptitudes naturelles du port et des richesses de la région y aboutissant. Oran, surtout, a droit à des arriérés; ses installations maritimes ne sont point en rapport avec son importance. L'étranger qui y débarque a de suite l'impression d'une œuvre inachevée, incomplète, manquant d'espace. Et la gare de la ville est à l'avenant. En donnant à Oran la grosse part qui lui revient, il ne faudrait pas oublier Bône, Philippeville, Bougie, enfin Alger. Alger vient au sixième rang des ports français pour l'effectif des marchandises, et au deuxième (?), après Marseille, pour le tonnage de jauge. D'autre part, son importance comme escale ne cesse de croître, et cela contribuerait beaucoup au développement du port franc qu'il est question d'y installer. Cette création, que Marseille réclame depuis si longtemps et qu'il faut espérer lui voir bientôt accordée, en même temps qu'à Bordeaux et à Dunkerque, ne laisserait pas de procurer à Alger, comme à Oran, de grands avantages, sans menacer en rien les intérêts agricoles de la colonie[1].

La loi du 2 avril 1889, dans le but de favoriser le commerce maritime national, a conféré le monopole de la *navigation* entre la France et l'Algérie au pavillon français. Il faut que cet avantage soit aussi favorable à la colonie, qui doit, en retour, être desservie de la façon la plus avantageuse. Alger, Oran, Philippeville et Bône sont visités régulièrement, chaque semaine, par des paquebots des trois compagnies marseillaises subventionnées, la Compagnie générale transatlantique, la Compagnie de Navigation mixte et la Société générale de Transports maritimes à vapeur. Il eût été préférable et plus juste que ces subventions, destinées à assurer le service postal, fussent attribuées à tout paquebot capable de transporter régulièrement des correspondances sur un point quelconque de l'Algérie, sous forme de prime à échelle croissante selon les vitesses. C'est la solution que préconisait M. Félix Faure, en 1883, avec l'assentiment des Chambres de Commerce intéressées, celle de Marseille en particulier[2]. Si les primes sont insuffisantes, c'est aux ports eux-mêmes — suivant en cela l'exemple des colonies anglaises — à faire les frais nécessaires pour attirer de nouveaux services. Ce mode de subvention s'impose à un tel point que les Com-

[1] Aug. Bernard : *Op. cit.*

[2] « Si l'on ne veut le considérer que comme un instrument de domination, le Transsaharien, sous ce point de vue spécial, serait alors une œuvre splendide, aplanirait bien des difficultés, supprimerait bien des obstacles ». F. Foureau : *D'Alger au Congo par le Tchad*, p. 798.

[3] Cf. ses articles sur ce sujet dans la *Revue des Deux Mondes*, des 1er juillet 1899, 1er octobre et 1er novembre 1902.

[1] Cf. Gouvernement général de l'Algérie : *Notice sur les routes et ports, op. cit.* — Imbert et Servan : *Notice sur les services maritimes, op. cit.* — Ministère des travaux publics : *Ports maritimes de la France et de l'Algérie.* VIII a : *Algérie : Nemours à Tipaza*; VIII b : *Alger à la Calle*, Paris, 1890-1892. — Ponts et chaussées. Département d'Alger. *Statistique des ports maritimes de commerce. Année* 1900. *Le port d'Alger*, Alger, 1901. — J. Simian : *Alger port de relâche*, Alger, 1899. — *Alger port franc*, dans la *Quinzaine coloniale*, 10 novembre 1899.

[2] H. Colson : *Les services maritimes postaux entre la France, l'Algérie et la Tunisie*, dans la *Revue politique et parlementaire*, 5 juin 1895.

pagnies qui ne sont point encouragées de cette manière, ou qui cessent de l'être, ne songent plus qu'à réaliser des économies de combustible au détriment de la rapidité des traversées. Or, cette rapidité n'est pas seulement avantageuse aux messages postaux, mais encore aux denrées alimentaires de toute sorte, à destination de la métropole. C'est pourquoi il est très utile que des services directs unissent également Oran et Alger à Cette et à Port-Vendres, afin d'éviter l'encombrement des marchandises qui pourrait se produire à Marseille, où 25.000 colis, en moyenne, arrivent chaque jour, tandis que Port-Vendres en reçoit à peine 2.000, deux fois par semaine. De plus, grâce aux trains spéciaux qui attendent les paquebots dans ce dernier port, des raisins ont pu arriver en Belgique dans un parfait état de conservation, et des perdreaux, sous plume, partis d'Oran le lundi, être rendus à Toulouse le mercredi matin. Le transport des denrées alimentaires : fruits, primeurs, volailles, gibier, serait d'ailleurs singulièrement facilité, et ce commerce pourrait prendre en Algérie un développement considérable si les Compagnies se décidaient à aménager, sur quelques-uns de leurs paquebots, des cales frigorifiques. Ce serait aux syndicats de producteurs à prendre l'initiative de ce mouvement. Au point de vue des relations avec l'Etranger, le paquebot bimensuel de la Compagnie de Navigation mixte et les quelques autres vapeurs qui font le service entre Oran et Tanger ne peuvent que servir nos relations avec le Maroc, et nous aurions les mêmes raisons que l'Italie pour établir entre Alger et Oran d'une part, et les pays du Nord de l'Europe occidentale, Angleterre, Belgique notamment, des services de vapeurs qui développeraient, dans une large mesure, l'exportation des vins, huiles d'olive, fruits et primeurs.

L'outillage économique aurait pris une plus grande extension si une autonomie plus complète avait permis à l'Algérie de choisir elle-même son *régime douanier*. La loi du 17 juillet 1867 a établi entre elle et la métropole une complète union douanière : tandis que les produits français importés en Algérie y pénètrent en franchise, les exportations algériennes — à l'exception des marchandises monopolisées, telles que le tabac — sont exemptes de tout droit à leur entrée dans les ports métropolitains. Cette même loi, dans l'intérêt bien entendu de la colonisation, avait supprimé ou abaissé en Algérie les droits établis sur les produits étrangers nécessaires « aux constructions urbaines et rurales ». Depuis lors, l'article 10 de la loi du 29 décembre 1884 a malheureusement abrogé ces dispositions si libérales et si légitimes, en décidant que les produits étrangers introduits dans la colonie seraient soumis aux mêmes droits que s'ils étaient importés en France. Les protectionnistes ne s'en tiennent d'ailleurs pas là. Sous prétexte que les impôts peuvent être moins lourds aux colonies qu'en France, et la main-d'œuvre à meilleur marché, M. Méline estime « qu'il faudrait imposer, sous une forme quelconque, aux établissements industriels qui essaieraient de se fonder aux colonies, une taxe suffisante pour rétablir l'égalité dans la production entre eux et les établissements français de la métropole[1] ». Ce n'est pas avec un pareil régime que se sont développées les colonies anglaises. « Le système de la liberté industrielle, écrit M. Vignon, est le seul qui puisse assurer la mise en valeur rapide de notre domaine colonial, le seul qui donne aux capitalistes les garanties sans lesquelles ils préféreraient l'étranger aux colonies[2]. »

Puisque nous parlons de capitaux aux colonies, une question importante s'y rattache : celle du *crédit* et des *banques*. Si les institutions de ce genre jouent un rôle essentiel dans les pays déjà organisés, elles prennent une place encore plus grande dans les pays neufs, où tout est à créer, où toutes les entreprises réclament à la fois l'argent indispensable. Dans les colonies anglaises, lorsqu'il s'agit d'ouvrir un nouveau centre, un des premiers édifices qui sort de terre, c'est la banque. L'Algérie, dont le développement économique a longtemps été entravé par l'usure, et qui ne doit pas cesser de travailler à détruire sa pernicieuse influence, ne saurait assez multiplier et fortifier ses institutions de crédit. La Banque d'Algérie, créée par la loi du 4 août 1851, vient de voir son privilège prorogé jusqu'au 31 décembre 1920, et étendu aux « colonies et protectorats français en Afrique ». C'est une banque d'émission, d'escompte et de dépôts. Ses billets, qui ont cours légal, peuvent être émis jusqu'à la limite de 42 millions de francs. Comme les autres banques coloniales, elle escompte les effets de commerce à deux signatures. Le transport de son siège social à Paris aura les plus heureuses conséquences, aussi bien pour la Banque que pour la colonie, en donnant, notamment, plus d'indépendance au directeur et au Conseil d'administration. Ainsi seront évitées les anciennes erreurs, dues, en partie, aux influences locales. Comme la Banque d'Algérie, le Crédit foncier et agricole d'Algérie fait aussi toutes les opérations de banque. Parmi les autres établissements, il faut signaler la Compagnie algérienne et les agences du Crédit lyonnais et de la Société générale. Les grandes maisons de banque françaises, par la création de

[1] Cit. par L. Vignon : *L'exploitation de notre empire colonial*, Paris, 1900. — Cf. du même auteur : *La France en Algérie*, Paris, in-8°. — E. Fallot : *L'avenir colonial de la France*, Paris, s. d.

[2] *Op. cit.*

succursales dans les principales villes de notre colonie, exerceront, en effet, sur le crédit une influence des plus favorables, en lui donnant la stabilité et la confiance dont il a un besoin urgent, et en lui permettant de lutter efficacement contre l'usure que nous avons signalée.

IV

Après avoir ainsi passé en revue, sommairement, tout ce qui peut contribuer au développement du commerce de l'Algérie, il nous reste à parler de l'importante question des *débouchés*. Comment faut-il en organiser la recherche? A quels pays doit-on s'adresser?

La recherche des débouchés exige d'abord un personnel capable, dont la formation se recommande naturellement aux *Ecoles de Commerce*. Le commerce d'exportation surtout exige aujourd'hui des connaissances si étendues que des études spéciales sont devenues absolument nécessaires. La création de l'École supérieure de Commerce d'Alger répondait donc à des besoins très réels. Mais elle est insuffisante. Oran devrait en posséder une semblable. Et d'autres établissements analogues, mais d'un niveau moins élevé, pourraient être ouverts avec avantage dans quelques centres importants.

L'*Exposition permanente des Colonies*, fondée en 1855, réorganisée par un arrêté ministériel du mois de mars 1899 et encadrée dans l'*Office colonial*, est appelée à rendre de grands services à condition d'être plus connue et mieux fréquentée. Mais nous sommes loin encore du *Musée colonial* de Haarlem ou de l'*Institut impérial* de Londres, les modèles du genre. « Les minéraux, les bois, les matières textiles, les denrées coloniales, les matières alimentaires, les produits végétaux et animaux, ainsi que ceux de l'industrie indigène, y sont exposés dans des salles spacieuses; des cartes, des photographies, des dessins, des moulages, des spécimens, des échantillons de tout genre mettent, si l'on peut ainsi parler, les choses dans les yeux, tandis que des étiquettes, des brochures, des notices, donnent aux négociants, aux industriels, aux hommes d'affaires des renseignements précis. Enfin, dans d'autres salles, qui présentent en quelque sorte la contre-partie des précédentes, sont réunis les objets fabriqués de toute nature réclamés à l'Europe par les populations coloniales; des fiches font connaître les conditions d'emballage et de transport, les prix de vente, le nom des commissionnaires, etc...[1] ». Un musée colonial, en effet, n'est vraiment utile que s'il expose dans leur détail les productions agricoles et industrielles de chaque colonie, en même temps que les articles manufacturés qu'elles consomment, et s'il attire un grand nombre de visiteurs, commerçants en majorité. L'Algérie sentirait, la première, les heureux effets d'une pareille institution.

Dans un précédent article[1], nous avons montré le rôle de premier ordre que l'*association* a joué dans l'essor commercial de l'Allemagne. C'est le grand remède, dont l'application est chaque jour plus nécessaire, aux difficultés que crée la concurrence grandissante. Les marchés sont encombrés et les produits vendus souvent à vil prix. Il faut lutter à l'égard du prix et de la qualité. Or, l'association diminue les frais de manipulation, de transport et de courtage; elle divise les frais de recherche des débouchés en les rendant supportables à chaque membre; elle contribue à améliorer la qualité des produits; enfin, elle permet de combattre la fraude individuelle et de rétablir des réputations compromises. C'est ce qu'ont très bien compris un certain nombre de syndicats algériens, tels que celui des « colons d'Akbou et des oléiculteurs de Kabylie », et le syndicat des « primeuristes d'Oran[2] ». En outre, ces associations nous paraissent tout particulièrement désignées pour travailler à l'organisation des moyens de transport et de conservation des denrées alimentaires. Les procédés frigorifiques employés dans les wagons, les cales de navires, les entrepôts, prennent toujours plus d'extension et s'imposent pour le transport de la viande de boucherie, de la volaille, du gibier, des fruits et des primeurs, toutes choses qui forment une des richesses principales de l'Algérie. Ce qui fait, à l'heure actuelle, la fortune du Danemark contribuerait, pour une large part, au développement commercial de notre colonie.

Le *commerce extérieur* de l'Algérie s'élève à près de 600 millions de francs[3]. Ce chiffre dépasse celui de plusieurs États d'Europe; il approche même de celui de l'Égypte, peuplée cependant de près de 10 millions d'habitants. Et l'on peut affirmer que, si la mévente des vins n'avait pas arrêté son développement, il dépasserait aujourd'hui 650 millions. Plus des trois quarts de cette valeur forment la part de la France. Cette forte proportion peut surprendre, étant donnée la similitude des produc-

[1] L. Vignon : *Op. cit.*

[1] *L'esprit scientifique dans les méthodes d'expansion commerciale de l'Allemagne. Revue générale des Sciences*, 15 avril 1902.

[2] Cf. *Bulletin hebdomadaire du Service des renseignements généraux de l'Algérie*, 20 octobre 1901 et 1er février 1902.

[3] Pendant l'année 1902, les échanges de l'Algérie avec l'extérieur ont atteint le chiffre de 624.850.000 francs, en augmentation de 44.320.000 sur 1901. Les importations figurent dans ce total pour un chiffre de 325.686.000 francs et les exportations pour 299.172.000 francs, en plus-value de 37.227.000 francs.

tions agricoles des deux pays; mais elle se justifie aisément si l'on tient compte du régime douanier, qui facilite dans une large mesure l'importation des produits manufacturés français. D'autre part, il semble que cette part de la métropole ait atteint, pour la cause que nous venons de signaler, sa limite maxima. Les exportations de vins algériens en France sont appelées à décroître, à mesure que notre vignoble se reconstitue. Le Midi et quelques autres régions, comme la Bourgogne, ont déjà beaucoup de peine à écouler leur production. Mais, si l'on ne peut guère espérer voir cette proportion dépassée, il est possible de la maintenir par une extension équivalente des exportations de primeurs, fruits, céréales, produits animaux, minerais surtout, pour lesquels nous sommes tributaires de l'Etranger.

C'est principalement aux pays du Nord de l'Europe que l'Algérie devrait s'adresser pour étendre son commerce en leur fournissant les denrées agricoles que leur climat se refuse à produire. L'Angleterre, la Belgique, l'Allemagne offrent d'excellents débouchés à toutes les productions du sol algérien. Sans doute, il faudrait vaincre la concurrence de l'Espagne et de l'Italie, faire appel aux moyens que nous avons indiqués; mais nous pensons que, grâce à sa situation de pays neuf, où les charges qui frappent le colon sont moins lourdes que dans les pays d'Europe, l'Algérie pourrait prendre sur ces marchés une place de premier rang. Là est vraiment pour elle l'avenir.

Notre étude ne serait point complète si nous ne parlions des relations de notre colonie avec les pays limitrophes. La Tunisie, prolongement naturel de l'Algérie et possession française, ne peut avoir avec sa voisine qu'un mouvement d'échanges assez faible. Tout autres doivent être les relations avec le Maroc, dont nous devons attirer le commerce dans le but de lui vendre le plus possible toute la gamme des produits manufacturés qui lui manquent. Actuellement, il est loin d'en être ainsi. Si les Marocains viennent volontiers vendre leurs denrées en Algérie, ils n'y achètent presque rien ; ils ont intérêt, surtout depuis les tarifs de 1892, à se procurer tout ce qui leur est nécessaire dans leurs ports, très bien approvisionnés par l'Angleterre et l'Allemagne. Les commerçants allemands savent, beaucoup mieux que les nôtres, se plier aux exigences de leurs acheteurs. Et c'est là une première réforme à apporter. Il faudrait ensuite construire, en amorce de la future route de Fez, le chemin de fer de Tlemcen à Marnia, principal centre d'échanges et grand marché de bestiaux, établir une zone franche permettant aux produits destinés au Maroc de traverser libres de droits le territoire algérien, sans que des complications, « si raffinées qu'elles sont une pure barbarie », ne viennent rendre stériles les avantages accordés[1].

Quant au commerce avec le Sud, le regretté explorateur Paul Blanchet le qualifiait de « mythe »[2]. Ce qui est certain, c'est qu'à l'heure actuelle il est encore insignifiant. Volontairement, pour fuir le « roumi », les caravanes qui desservent le Soudan ne viennent toucher la côte qu'au Maroc ou en Tripolitaine. En un mois de séjour à Ouargla, la « reine du désert», P. Blanchet a vu arriver d'In-Salah deux chameaux. Et les échanges qui se font dans ce dernier ksar sont loin d'être aussi importants qu'on le croyait avant l'expédition Flammand. Pour attirer vers l'Algérie le commerce du Soudan, il faudrait d'abord, autant que faire se peut, organiser le Sahara avec une bonne police indigène, et aussi avancer toujours plus nos lignes de pénétration. Le transsaharien jouerait à cet égard un rôle de premier ordre. En rétablissant les anciennes lignes de caravane qui existaient avant la conquête, on pourrait trouver chez les populations soudanaises un excellent débouché au sel qui existe si abondamment dans notre colonie. Nous détournerions ainsi à notre profit une partie des denrées que l'Angleterre échange justement contre le même produit minéral, très rare dans tout le Soudan. Enfin, une bonne politique économique saharienne devrait comporter, comme le long de la frontière marocaine, l'ouverture de « ports francs », où les nomades pourraient venir s'approvisionner. Ouargla jouit de ce privilège, qu'il faudrait étendre à Touggourt, Ghardaïa, El Goléa, Géryville, Aïn-Sefra.

Nous avons achevé à grands traits l'étude que nous nous étions proposée. Basée, en partie, sur des observations personnelles, recueillies sur place au cours d'un récent voyage, nous souhaitons qu'elle contribue à attirer toujours plus fortement l'attention sur la meilleure part de notre domaine colonial, en même temps qu'elle fournisse des indications et suggère des solutions à tous ceux, colons et administrateurs, qui s'emploient à la mise en valeur de la France africaine.

P. Clerget,
Professeur à l'École de Commerce du Locle (Suisse).

[1] Sur les relations de l'Algérie avec le Maroc, cf. les excellents articles de M. Aug. Bernard : *Les productions naturelles, l'Agriculture, l'Industrie et le Commerce du Maroc*, dans la *Revue générale des Sciences* des 30 janvier et 15 février 1903; et aussi : F. Dessoliers : *Le régime commercial de l'Algérie avec le Maroc*, *Bulletin de la Société de Géographie d'Alger*, III, 1898. — René Pinon : *Le Maroc et les puissances européennes*, *Rev. Deux Mondes*, 15 février 1902.

[2] *L'Oasis et le pays de Ouargla*, *Annales de Géographie*, 15 mars 1900. — Cf. René Pinon : *Les Marches sahariennes. Autour de Figuig, Igli, le Touat. Revue des Deux Mondes*, 15 janvier 1902. — E. Fallot : *Le commerce du Sahara. Questions diplomatiques et coloniales*, 15 février 1903.

REVUE ANNUELLE D'EMBRYOLOGIE

DEUXIÈME PARTIE : RECHERCHES SUR L'ŒUF, TECHNIQUE EMBRYOLOGIQUE

Dans une première partie[1], nous avons résumé les travaux récents sur la croissance, le développement et les métamorphoses. Nous allons maintenant passer en revue les dernières recherches sur l'œuf et quelques ouvrages généraux sur la science embryologique.

I. — Recherches nouvelles sur l'œuf.

§ 1. — Formation des œufs composés ou ectolécithes.

Nous devons tout d'abord parler d'un travail de Henneguy[2] sur les œufs si curieux, dits composés ou ectolécithes, qui renferment, sous une même enveloppe, l'ovule et les cellules vitellines nourricières.

Ce travail est d'autant plus important que, malgré les recherches de Sommer et de Leuckart, la formation des œufs des Distomes, leur maturation et leur fécondation sont à peu près inconnues.

Chez les Distomes, la première portion de l'utérus, qui correspond, physiologiquement, à l'ootype des Trématodes monogènes, est une sorte de carrefour où viennent se mélanger : un petit nombre d'oocytes, venant de l'ovaire ou germigène, beaucoup de cellules vitellines, provenant des vitellogènes, un grand nombre de spermatozoïdes et, enfin, des masses réfringentes, irrégulières, de couleur jaune citron, creusées de vacuoles incolores, représentant la substance coquillière.

Les oocytes renferment un protoplasma réticulé qui présente une assez grande affinité pour les couleurs basiques et pour l'hématoxyline. Les cellules vitellines ont, au contraire, un protoplasma à peu près homogène, non colorable. Dans les vitellogènes, elles présentent, à leur périphérie, une série de corpuscules de couleur jaune-citron, remplis de granulations jaunes, fixant fortement la fuchsine, la safranine et l'hématoxyline au fer. Arrivées dans l'utérus, les cellules vitellines ne renferment plus ces corpuscules jaunes granuleux. Il est probable, dit Henneguy, qu'ils ont été expulsés des cellules vitellines et servent, avec le liquide secrété par les glandes de Mehlis, comme le pensait déjà Leuckart, à donner la substance de la coque des œufs.

Henneguy a vu une centaine de cellules vitellines, des spermatozoïdes et un seul oocyte former des groupes qui s'entouraient de quelques masses de substance coquillière; ces masses se fusionnaient ensuite et s'étalaient en couche mince pour former la coque de l'œuf. L'explication de ces groupements réguliers reste à trouver ; on ne saurait invoquer ici, en effet, une sorte de chimiotactisme exercé par l'oocyte sur les cellules vitellines, car, dit Henneguy, cet oocyte occupe toujours l'extrémité du plus grand diamètre de l'œuf correspondant au pôle operculaire. Un certain nombre de cellules vitellines et de spermatozoïdes restés en dehors de ces formations se désagrègent. De même, les spermatozoïdes intra et extra-ovulaires disparaissent au bout de quelque temps, absorbés par les cellules vitellines qui, très vraisemblablement, les digèrent. Cette propriété fait penser à Henneguy que les cellules vitellines doivent être considérées comme des ovules abortifs, n'arrivant pas à maturité, destinés à nourrir l'oocyte ou ses produits de division et probablement aussi à donner, tout au moins en partie, la substance coquillière.

§ 2. — Membranes de l'œuf.

Les enveloppes de l'œuf des Poissons ont donné lieu à beaucoup de recherches qui se continuent encore actuellement. En 1890, Mark[1] reconnaissait quatre espèces de membranes ovulaires chez les Poissons osseux :

1° Une membrane vitelline vraie, représentant la membrane cellulaire ; 2° et 3° une zone radiée et une couche villeuse (Lepidostée), produites également par l'ovule; 4° la membrane capsulaire de Muller (Perche et Brochet), qui provient de l'épithélium folliculaire.

A la même époque, Eigenmann[2] donnait la classification suivante : 1° Œufs avec membrane simple : la zone radiée, qui peut avoir (*a*) une structure uniforme ou (*b*) être différenciée en deux couches; 2° Œufs avec zone radiée et une couche externe mince homogène qui peut être villeuse; 3° Œufs avec zone radiée et une couche externe épaisse produite par la sécrétion des cellules granuleuses. Enfin, Eigenmann et d'autres décrivent une membrane zonoïde, demi-fluide, qui apparaît après la zone radiée et lui sert de support, mais qui pourrait être aussi un produit artificiel de technique (Eigenmann).

[1] Voir la *Revue* du 30 janvier 1904, t. XV, p. 86 et suiv.

[2] L.-F. Henneguy : Sur la formation de l'œuf, la maturation et la fécondation de l'oocyte chez le *Distomum hepaticum*. *C. R. Ac. Sc.*, t. CXXXIV, 26 mai 1902, p. 1235-1238.

[1] *Bull. Mus. Harv. Coll.*, t. XIX, n° 1.

[2] *Bull. Mus. Harv. Coll.*, t. XIX, n° 2.

Chez les Élasmobranches, Balfour (1878), puis Giacomini[1], nous ont montré qu'il n'y avait jamais que deux membranes : une interne, striée radiairement, la zone radiée, et une externe, homogène, que Balfour appelle « membrane vitelline ». C'est également ce que Beddard a vu chez les Dipnoïques[2], avec cette particularité que les deux membranes y sont homogènes.

En général, les auteurs pensent que toutes ces membranes sont formées par l'ovule lui-même et représentent des espèces de cuticules (ce seraient de véritables produits d'excrétion utilisés). Dans plusieurs cas, en effet, on voit ces membranes apparaître avant que le follicule ne soit constitué, et, quand deux ou plusieurs œufs ovariens sont contenus dans le même follicule, les régions des œufs qui se touchent sont entourées des mêmes membranes[3].

Cependant, les auteurs s'accordent aussi pour considérer la membrane capsulaire de la Perche comme provenant de l'épithélium folliculaire; les tubules de cette membrane seraient remplis par les processus des cellules folliculaires. D'après Eigenmann, la membrane homogène la plus externe que l'on trouve dans l'œuf de *Fundulus*, *Pygosteus*, *Clupea vernalis*, etc., aurait la même origine.

Wallace a retrouvé une membrane zonoïde striée chez un certain nombre de Téléostéens (*Zoarces*, *Syngnathus*, *Salmo*, *Pleuronectes*) et d'Élasmobranches (*Spinax* et *Chimœra*). Contrairement à l'opinion d'Eigenmann, il attribue à cette zone une existence réelle; elle proviendrait d'une différenciation des couches superficielles du protoplasma ovulaire, mais disparaîtrait dans l'œuf mûr.

§ 3. — Structure du cytoplasma ovulaire.

Le *noyau vitellin de Balbiani* continue toujours à occuper les histologistes. Presque tous les auteurs en ont fait jusqu'ici un organe permanent de la cellule, persistant à côté du noyau pendant toute la vie de l'ovule. Or, Lebrun vient s'inscrire en faux contre cette opinion, à la suite de ses nombreuses recherches chez les Batraciens[4]. « Toutes les formes de corps que nous avons observées à des âges différents, dit-il, sont passagères et n'ont entre elles aucun lien de parenté; ce sont des formations nouvelles, dont la plupart doivent être considérées comme des fractions de noyau expulsées dans le cytoplasme ». R. Dumez[5], en étudiant les ovules en accroissement de la *Cytherea chione*, a vu également le noyau expulser dans le cytoplasma ovulaire des amas formés par la fusion de granules ou de filaments chromatophiles présentant certains caractères des substances nucléiniques.

Le noyau vitellin de l'ovule des Mammifères a donné lieu à de nouvelles recherches de la part de Gurwitsch[1].

Chez le Cobaye, le noyau vitellin du jeune ovocyte est une véritable sphère qui consiste en une masse de protoplasma nettement défini entourant deux corpuscules centraux; c'est ce protoplasma différencié qui donne naissance au fuseau achromatique de la mitose; on peut donc l'identifier à l'idiosome de Meves, comme Rabl l'avait déjà fait chez le Chat. Après la mitose, pendant la période de croissance, on voit réapparaître dans l'œuf un nouveau noyau qui se présente avec des caractères physiques différents. Mais ces résultats viennent d'être infirmés par Skrobansky[2], qui a étudié également le Cobaye. Pour cet auteur, en effet, la formation du noyau vitellin n'est nullement associée à la division des oogonies et ne saurait être identifiée à une sphère.

Chez le Lapin, Winiwarter[3] a montré que le noyau vitellin apparaît comme un petit corps sphérique, réfringent et entouré d'une mince zone claire; on le trouve déjà au stade de dix jours. Chez la Femme, il est généralement situé dans la zone palléale qui entoure le noyau sur une partie de son contour; il est d'abord formé d'une zone interne claire contenant un ou plusieurs grains chromatiques et entourée par une couche externe granuleuse sombre; plus tard, on rencontre fréquemment, dans cette dernière, des espèces de spicules, plus ou moins longs, fortement colorés et présentant un certain nombre de nodosités. Des formations spiculaires avaient déjà été signalées par Meves, chez la Salamandre, dans les sphères attractives des spermatocytes de premier ordre[4].

Ces spicules doivent rentrer, sans doute, dans la catégorie des enclaves ovulaires qui ont été décrits sous le nom de cristalloïdes dans un grand nombre d'ovules : Poissons (Kölliker, 1889), Scorpion (Metchnikoff, 1871), *Olotera picea* (Bertkau, 1875), *Dityscus marginalis* (1889), *Pholcus phalangioides* (van Bambeke, 1898) et Biche (von Ebner, 1901).

---

[1] Giacomini : Contributo all' istologia dell' ovario dei Selaci. *Ricerio nel Laboratoria di Anat. norm. d. Roy. Univ. de Roma*, 1896, t. V.

[2] *Proc. Zool. Soc.*, 1896.

[3] Van Beneden : *Arch. de Biol.*, 1880, t. I.

[4] H. Lebrun : Les cinèses sexuelles chez le *Diemyctilus torosus*. *La Cellule*, 1902, p. 1-99 avec pl.

[5] R. Dumez : Rapports du noyau et du cytoplasme dans l'œuf de la *Cytherea chione* L. *La Cellule*, 1902, t. XIX, p. 437-453 avec 1 pl.

[1] Alexander Gurwitsch : Iodozom und Centralkörper im Ovarialeie der Saugethiere. *Arch. f. mikr. Anat.*, 1900, t. LVI, p. 377-392 avec 1 pl.

[2] K. von Skrobansky : Zur Frage über der sogen. « Dotterkern » (*corpus Balbiani*) bei Wirbeltieren. *Archiv. f. mikr. Anat.*, 1903, t. LXII, p. 194-206 avec 1 pl.

[3] Winiwarter : *loc. cit.*, p. 131.

[4] *Archiv. f. mikr. Anat.*, 1897, pl. 3, fig. 42, 43 et 46.

Tout récemment encore, Limon[1] a décrit des cristalloïdes dans l'œuf ovarique de Lapin. Ils apparaissent dans les jeunes ovules, sous la forme d'enclaves basophiles sphériques ou fusiformes, semblables à ceux que Regaud et Policard (1901) ont vus dans l'œuf de chienne; dans les œufs âgés, ces enclaves se transforment en bâtonnets cylindriques dont la longueur atteint 15 à 18 μ.

Il est à remarquer que ces formations ne sont pas constantes ; par exemple, tous les ovaires examinés par Limon ne contenaient pas de cristalloïdes; d'un autre côté, il n'y a pas uniformité dans les caractères morphologiques de ces enclaves.

Winiwarter dit qu'il ne saurait identifier le corps de Balbiani à une sphère attractive, bien qu'il existe une grande analogie entre les deux formations. Il fait remarquer que des corps semblables se rencontrent dans d'autres tissus, dans l'épithélium postérieur de la cornée du Chat, par exemple.

Chez quelques Poissons (*Zoarces*, *Syngnathus*, *Salmo* et *Zeus*), Wallace décrit[2] un noyau vitellin semblable à celui qui a été figuré par Calkins (1895) et Foot (1896) chez le Ver de terre, et par Van Bambeke (1898) chez le *Pholcus phalangioïdes*. Il se présente sous la forme d'une coiffe sombre, chromatique, appliquée sur un des côtés de la vésicule germinative. Formé d'abord par une substance homogène, on voit bientôt apparaître, dans ce corps, des granulations, des vacuoles et des petits bâtonnets comparables aux formations spiculaires dont nous avons parlé ci-dessus; ces bâtonnets se désagrègent ensuite en granules. Wallace n'a pas trouvé de noyau vitellin dans les œufs de *Pleuronectes*.

Dans l'oocyte de Chauve-souris, O. van der Stricht[3] a étudié les formations ergastoplasmiques qui apparaissent généralement autour du noyau vitellin ou noyau de Balbiani, dans les oocytes jeunes, sous la forme de longs filaments, pelotonnés, contournés et qui ont été appelées *pseudo-chromosomes* par M. Heidenhain. Ces formations se colorent fortement par l'hématoxyline et par la safranine et, si la coupe passe tangentiellement au noyau vitellin, elles forment, à côté de la vésicule germinative, un *pseudo-noyau*, aussi volumineux que le noyau véritable; cependant, il n'existe jamais de membrane autour de ce pseudo-noyau.

Quand l'ovule grossit, les pseudo-chromosomes se raccourcissent et s'épaississent davantage ; mais, en se condensant, ils se séparent du noyau vitellin; quand on parvient à colorer ce dernier, on le retrouve, non pas au centre, mais en dehors et dans le voisinage immédiat du pseudo-noyau; du reste, les pseudo-chromosomes peuvent se former directement en dehors de tout contact avec le noyau vitellin.

Suivant pas à pas la croissance de l'ovule de Chauve-souris, Van der Stricht voit le cytoplasme ovulaire, qui, jusqu'ici, présentait une charpente filaire dense et compacte, parsemée de fins microsomes, changer d'aspect : il se creuse d'alvéoles contenant un liquide hyalin et séparées par une charpente filaire qui est parsemée d'un très grand nombre de microsomes colorables en bleu très vif par l'hématoxyline ferrique. A ce moment, on voit les pseudo-chromosomes se séparer les uns des autres et se disséminer vers la périphérie du vitellus, autour de la vésicule germinative et vers le centre même de l'oocyte, c'est-à-dire à toutes les profondeurs de la cellule. En même temps, ces pseudo-chromosomes s'épaississent considérablement en engendrant des amas ou des îlots compacts, denses; leur affinité pour les matières colorantes a fortement diminué; cependant, on peut constater avec l'hématoxyline ferrique qu'ils sont formés par une accumulation d'une infinité de fines granulations, sortes de mitochondries, colorables en bleu très vif.

Enfin, ces fines granulations se répandent le long des travées cytoplasmiques qui séparent les alvéoles devenues encore plus grandes, de sorte qu'à mesure que l'oocyte augmente en volume, les amas vitellogènes diminuent en importance. Van der Stricht pense que ces formations sont des éléments vitellogènes, bien qu'il lui ait été impossible d'observer la transformation directe des mitochondries, provenant des amas vitellogènes, en parties constituantes du contenu alvéolaire.

F. Henschen[1] vient de décrire et de figurer des pseudo-chromosomes dans les œufs d'Ecrevisse, de Homard et de Lymnée, mais sans apporter aucun fait nouveau pouvant préjuger de leur signification physiologique. Enfin, Mlle Loyez[2] trouve, dans les cellules de l'épithélium folliculaire des Passereaux, à côté du noyau, une masse volumineuse formée de filaments enchevêtrés, qu'elle rapproche des pseudo-chromosomes de Heidenhain; par contre, Mlle Loyez n'a pu rencontrer aucune formation de ce genre chez la Poule, le Pigeon, la Pie ni la Chouette.

Des formations ergastoplasmiques semblables,

[1] M. Limon : Cristalloïdes dans l'œuf de *Lepus cuniculus*. *Bibliogr. Anat.*, 1903, XII, 235-238 avec 3 figures.

[2] W. Wallace : Observations on Ovarian Ova and Follicles in Certain Teleostean and Elasmobranch Fishes. *The Quart. Journ. of micr. Sc.*, 1903, p. 161-213 avec 3 pl.

[3] Les pseudo-chromosomes dans l'oocyte de Chauve-souris. *Compt. rend. Assoc. des Anat., Montpellier*, 1902, p. 1 à 7.

[1] Folke Henschen : Zur Struktur der Eizelle gewisser Crustaceen und Gastropoden. *Anat. Anz.*, 23 octobre 1903, t. XXIV, p. 15-29 avec 14 fig.

[2] Marie Loyez : Sur la présence des formations ergasto-

mais non probablement toujours homologables, ont été vues dans les oocytes de *Pholcus phalangioides*[1], d'*Asterina gibbosa*[2], de Truite[3], de Lapin et d'Homme[4].

Décrites sous des formes et avec des noms variés qui correspondent, sans doute, à des variations spécifiques, ces formations ne sont pas particulières aux oocytes des animaux, ni même aux cellules gonadiales. On les a décrites encore dans les spermatocytes de Protée[5], de Forficule et d'Escargot[6], de Paludine et de *Pygœra*[7], dans les cellules-mères du sac embryonnaire des Liliacées[8]; on a même signalé des images semblables dans l'épithélium de la membrane élastique postérieure de l'œil[9], dans des cellules nerveuses du Saumon[10], dans les cellules musculaires, dans les glandes mammaires, etc.; enfin, Van der Stricht décrit, dans la même Note, un pseudo-noyau formé de chromosomes, qu'il a rencontré dans chaque blastomère d'un œuf de *Pristiurus*, au stade de Discoblastula. On ne peut donc encore avoir d'idées générales sur la signification exacte de ces formations; mais il est probable qu'il faudra distinguer un jour celles qui prennent naissance dans le cytoplasme de celles qui sont excrétées du noyau.

Cette année, Van der Stricht a continué à communiquer le résultat de ses recherches sur la structure de l'œuf de Chauve-souris[11].

Le vitellus nutritif apparaît sous l'aspect d'un liquide hyalin remplissant les espaces vacuolaires du protoplasma et auquel s'ajoutent bientôt des granulations graisseuses. Au début, ce vitellus est répandu uniformément dans toutes les profondeurs du cytoplasme. Nulle part, dit Van der Stricht, on ne constate alors une zone deutoplasmique distincte d'une zone de vitellus plastique. Cette distinction apparaît vers l'époque de l'apparition du premier fuseau de maturation; la partie centrale, très étendue, riche en deutoplasme, conserve une structure pseudo-alvéolaire; à la périphérie se forme une couche mince, plus ou moins homogène et riche en vitellus plastique. C'est dans cette zone corticale qu'émigre de bonne heure la vésicule germinative, plusieurs mois avant l'apparition du premier fuseau de maturation.

Pendant la formation des globules polaires, le vitellus plastique s'épaissit au pôle opposé à celui où se détachent les deux globules polaires. « Ce pôle, où s'accumule graduellement le vitellus formatif, mérite le nom de *pôle animal*. Il est opposé au pôle d'expulsion des globules polaires vers lequel est refoulé le deutoplasme, et qui se comporte désormais comme le pôle végétatif ».

§ 4. — Structure du noyau (vésicule germinative) de l'œuf.

La jeune vésicule germinative de l'œuf des Poissons osseux possède un nucléole chromatique net et très réfringent avec un réseau chromatique dont un certain nombre de travées s'appuyent sur ce nucléole. Stephan[1] montre que ce dernier se rapproche, par toutes ses réactions colorantes, de la chromatine; ce serait un nucléole nucléinien (Carnoy) ou faux nucléole de Vigier. Le réseau chromatique disparaît ensuite, et il ne reste plus qu'une substance plasmatique (*caryoplasme* de Carnoy) dans laquelle est plongée une tache germinative.

Cependant, Stephan dit que, dans les jeunes œufs de différentes espèces de Poissons des genres *Serranus*, *Sargus* et *Smaris*, on peut trouver des nucléoles plasmatiques ou vrais nucléoles à côté des nucléoles nucléiniens, libres entre eux ou réunis dans une seule masse. Stephan est ici le premier à décrire des nucléoles composés (de substance chromatique et plasmatique) dans la vésicule germinative de Vertébrés; au contraire, de semblables nucléoles étaient connus chez un grand nombre d'Invertébrés.

Quand l'œuf des Téléostéens augmente de volume, le nombre des taches germinatives s'accroît rapidement, par accroissement de petits granules nucléolaires, mais surtout par division directe ou bourgeonnement de nucléoles préexistants (Cunningham, 1895, et Stephan).

Lorsque commence la formation du vitellus, les nucléoles très nombreux forment une sorte de réticulum périphérique, accolé à la membrane vitelline. En général, ce réticulum est entièrement chromatique; dans le *Serranus cabrilla*, il est formé de substance plasmatique contenant des nucléoles chromatiques aux nœuds du réseau; on prendrait volontiers ces formations, dit Stéphan,

---

plasmiques dans l'épithélium folliculaire des Oiseaux. *C. R. Ac. Sc.*, 2 février 1903, p. 312.

[1] Ch. van Bambecke : *Bullet. Acad. roy. de Belgique*, 1897, p. 107, et *Archiv. d'Anat. microscop.*, 1898, t. II.

[2] M. et P. Bouin : *Bibliogr. Anat.*, 1898, n° 2.

[3] N. Czermak : *Anat. Anz.*, Bd XX, p. 158 (chondromites).

[4] H. van Winiwarter : *Arch. de Biolog.*, t. XVII, p. 33 (spicules).

[5] Hermann : *Arch. f. mikr. Anat.*, 1897, Bd L (anses archoplasmatiques), et M. Heidenhain : *Anat. Anz.*, 1900, t. XVIII, p. 513 (pseudo-chromosomes).

[6] Henneguy : Leçons sur la cellule, 1896, fig. p. 375 et 376.

[7] Fr. Meves : *Arch. f. mikr. Anat.*, 1901, p. 553.

[8] Bouin : *Arch. d'Anat. micr.*, 1899, t. II.

[9] Ballowitz : *Arch. f. mikr. Anat.*, 1900, t. LVI, p. 230 (centrophormies).

[10] E. Furst : *Anat. Hefte*, 1902, Bd XIX, fac. 2.

[11] O. van der Stricht : La structure et la polarité de l'œuf de Chauve-souris (V. noctula). *C. R. Assoc. des Anat.*, 5e session, Liége, 1903, p. 43-48.

[1] P. Stephan : Sur quelques points relatifs à l'évolution de la vésicule germinative des Téléostéens. *Archiv. d'Anat. micr.*, 1903, t. V, p. 22-37 avec 1 pl.

pour des cellules conjonctives, et les masses chromatiques, situées à leur intérieur, forment comme les noyaux de ces pseudo-cellules.

Au sujet du noyau de l'œuf des Sauropsidés, qui est encore si mal connu, Mlle Marie Loyez[1] nous apporte quelques faits intéressants concernant plus spécialement la phase de croissance de l'ovule.

Les modifications que présente alors la vésicule germinative sont relativement simples chez les Oiseaux. Voici ce qui se passe chez la Poule, par exemple : Dans les ovules jeunes, le corps de la vésicule est une masse homogène, contenant quelques petits nucléoles avec des chromosomes enchevêtrés, granuleux, très chromatiques. Plus tard, les nucléoles disparaissent et les chromosomes, prenant la forme de filaments plumeux, se fragmentent en perdant leur colorabilité; ce dernier caractère fait qu'ils disparaissent bientôt au milieu d'un nucléoplasma très granuleux.

Ils réapparaissent au stade suivant sous forme de petits cordons grêles, diversement contournés.

La vésicule, continuant à croître, s'aplatit à la surface de l'œuf; elle montre alors les chromosomes groupés à son centre, en cordons plus épais et plus courts. Enfin, la membrane vésiculaire ou nucléaire disparaît et le peloton chromatique gagne la périphérie de l'œuf.

Chez d'autres Oiseaux, les nucléoles prennent une plus grande importance; parfois même, Mlle Loyez a trouvé, comme le cas est assez fréquent chez les Oiseaux, des nucléoles colorables les uns en bleu noir par l'hématoxyline au fer, les autres en rose par l'éosine. On observe ici, comme pour les chromosomes, du reste, des variations considérables suivant les espèces; mais on ne peut dire, comme on l'a fait pour les Batraciens et les Reptiles, que le développement des nucléoles est en raison inverse de celui des chromosomes; en effet, chez la Poule, il n'existe pas de nucléoles et pourtant la chromatine est peu développée.

La vésicule germinative des Reptiles diffère de celle des Oiseaux en ce qu'elle renferme un très grand nombre de nucléoles : « plusieurs centaines et quelquefois plusieurs milliers dans une seule vésicule », dit Mlle Loyez.

A la fin de la période de croissance, au stade qui précède immédiatement la maturation, la vésicule germinative de l'Orvet présente au centre un très petit peloton de chromosomes enchevêtrés, entouré d'une couronne de nucléoles vacuolaires; chez le Gecko, ces nucléoles n'existent plus, comme chez la Poule et chez le Lézard; comme chez le *Seps*, le peloton chromatique est entouré d'une zone claire très nette.

En 1893, Todaro avait décrit, chez le *Seps chalcides*, la formation de canaux qui partiraient de la surface du disque proligère pour aller rejoindre la vésicule; ces canaux (*siphons excréteurs*), qui seraient formés par la *zona radiata*, auraient pour rôle de rejeter au dehors certaines granulations de la vésicule, dont une partie resterait encore dans une sorte de fossette, au moment de la maturation. Mlle Loyez n'a rien vu de semblable chez l'Orvet, ni chez le Lézard, ni chez le Gecko. Mais elle signale et figure des granulations spéciales qui s'accumulent à la périphérie de la vésicule.

Disons enfin que Mlle Loyez a pu observer la formation du premier fuseau de maturation chez l'Orvet; ce fait est d'autant plus important à noter que ces phénomènes n'ont encore été étudiés, chez les Reptiles, que par Todaro, chez le *Seps chalcides*.

Dans un travail des plus intéressants que Lebrun a consacré à la vésicule germinative d'un Urodèle de Californie[1], nous voyons avec grand plaisir l'auteur abandonner les questions de morphologie pure pour s'adresser à la physiologie cyto-sexuelle. Lebrun nous montre, d'abord, que la maturation de l'œuf qui conduit à la formation des globules polaires doit être considérée comme une sorte de crise provoquée par l'alimentation insuffisante, par la semi-asphyxie et par la déshydratation du protoplasma. Cette crise suit toujours, en effet, une période de jeune; elle serait due à l'accumulation, dans le cytoplasme, de produits de désassimilation. Lebrun parle ensuite de l'action de l'alimentation sur la morphologie de l'élément nucléinien, mais ici son argumentation est surtout théorique.

§ 5. — Vitalité de l'ovule.

Un des caractères les plus frappants qui distinguent les deux éléments sexuels, mâle et femelle, est la différence du pouvoir de vitalité qu'ils conservent après l'ovulation ou la sémination; les spermatozoïdes sortis du testicule peuvent vivre, en effet, beaucoup plus longtemps que les ovules non fécondés sortis de l'ovaire. Cette vitalité disparaît peu à peu, cependant, et il serait fort important de connaître les processus de la sénescence et de la mort de ces éléments; quelques essais continuent à se faire dans cette voie; ce sont ceux de Gemmil[2], de Delage[3], de Loeb et

[1] M. Loyez : Sur la formation du premier fuseau de maturation chez l'Orvet (*Anguis fragilis* L.). *C. R. Assoc. des Anat.*, Liége, 1903, p. 78-80 avec 2 fig.

Id. : L'épithélium folliculaire et la vésicule germinative de l'œuf des Oiseaux. *Id.*, p. 81-85, avec 3 fig.

[1] H. Lebrun : Les cinèses sexuelles chez le *Diemyctilus torosus*. *La Cellule*, 1902, t. XX, p. 1-99 avec 4 pl.

[2] J. F. Gemmill : The vitality of the ova, spermatozoa. *Journ. of Anat. and Physiol.*, 1900, t. XXXIV, 163-181 avec 6 fig.

[3] Yves Delage : L'acide carbonique comme agent de choix

Lewis[1], qui ont porté principalement sur des ovules d'Oursin.

Gemmil a vu que la vitalité des ovules et leur aptitude à une bonne fécondation dépendent de la durée du temps écoulé depuis la ponte. Chez l'Oursin, il obtint les meilleurs résultats avec des œufs âgés d'une heure au moins et de 4 heures au plus. Plus tôt, il observait souvent l'entrée de plusieurs spermatozoïdes dans l'œuf, d'où résultait un développement irrégulier; plus tard, les ovules fécondés montraient une diminution dans leur activité cinétique, diminution qui allait en augmentant au fur et à mesure qu'on reculait le moment de la fécondation et s'accentuait principalement après la neuvième heure.

Loeb et Lewis ont encore précisé ces résultats. Ils trouvent que l'œuf, non fécondé, gardé pendant 23 heures dans l'eau de mer normale, peut non seulement être fécondé, mais encore atteindre ensuite le stade pluteus (à la température d'environ 20° C.). C'est après ce temps seulement qu'ils voient la vitalité de l'œuf s'affaiblir; de 24 à 32 heures 1/2, quelques œufs se développent seulement jusqu'au stade gastrula; en général, ils ne peuvent plus être fécondés après ce temps; ils se prennent en masse collante, acquièrent une couleur brun sale et se désagrègent. On trouve cependant des œufs qui peuvent recevoir les spermatozoïdes après 48 heures de séjour dans l'eau de mer; mais, dans ce cas, ils ne dépassent pas les premières phases de la segmentation.

L'entrée d'un spermatozoïde arrête ou modifie donc les processus qui conduisent naturellement les ovules à la mort; la déshydratation partielle produit artificiellement le même effet, quoiqu'à un moindre degré[2]; le cyanure de potassium avec Lœb et Warren Lewis, l'acide carbonique avec Delage agiraient également dans le même sens.

Les deux savants américains, Lœb et Lewis, ont montré, en effet, qu'en portant d'abord les œufs non fécondés dans une solution de 100 parties d'eau de mer pour 1 partie d'une solution de KCAz au $\frac{n}{10}$, puis en diminuant graduellement la concentration de KCAz, ils avaient pu obtenir des pluteus d'œufs âgés de 112 heures et des segmentations d'œufs âgés de 168 heures (temp. 20° C.).

Il est probable, disent-ils, que le cyanure de potassium peut également prolonger le pouvoir de développement parthénogénétique, car, tandis que des solutions faibles de KCAz sont capables d'arrêter certains processus cellulaires, les conditions normales du système peuvent être rétablies quand le KCAz a diffusé[1].

Deux compatriotes de Lœb sont venus, depuis[2], interpréter différemment cependant les résultats obtenus par Lœb et Levis. Gorham et Tower pensent, en effet, que le cyanure de potassium agit indirectement en épurant le milieu des bactéries qui, à l'état normal, viennent agir nocivement sur les œufs pondus; ce sel ne serait pas, à proprement parler, un *prolonger of life*, mais bien un poison de la matière vivante, qui peut agir tout aussi bien sur les ovules que sur les bactéries. D'après ces auteurs, l'eau de mer, parfaitement stérilisée, conserverait même les œufs plus longtemps que ne le fait la meilleure des solutions de cyanure de Lœb; ils auraient pu conserver ainsi, pendant onze jours, des œufs en état d'être fécondés et de donner des pluteus.

Cependant, Loeb a repris la question en s'adressant, cette fois, à des œufs d'Astérie (*Asterias Forbesii*)[3]. Ses nouvelles recherches tendent à montrer que, dans la même eau de mer, les œufs mûrs non fécondés meurent beaucoup plus vite que les œufs non mûrs; leur mort rapide serait sous la dépendance de conditions internes et non pas déterminée par les bactéries contenues dans l'eau de mer; ils meurent, en effet, aussi rapidement dans de l'eau stérilisée.

Loeb pense que les conditions internes qui amènent la mort sont en connexion intime avec les phénomènes de maturation. Aussi recherche-t-il quels sont les agents qui agissent sur ce dernier phénomène. Il voit que l'oxygène et les ions hydroxyles libres l'accélèrent, ce qui explique peut-être pourquoi les œufs d'Astéries ne mûrissent qu'après avoir été pondus, contrairement à ce qui se fait dans les œufs d'Oursin; par contre, le manque d'oxygène et la présence d'acides empêche la maturation des œufs de se faire.

A la même époque, Delage montrait que l'influence inhibitrice des acides sur la maturation des

de la parthénogénèse expérimentale chez les Ascidies. *C. R. Ac. Sc.*, 13 octobre 1902, p. 570.

Id. : Sur le mode d'action de l'acide carbonique dans la parthénogénèse expérimentale. *Compt. R. Acad. Sc.*, 20 octobre 1902, p. 605.

[1] J. Loeb and W. H. Lewis : On the prolongation of the life of the unfertilized eggs of Sea-urchins by potassium cyanide. *Amer. Journ. of Physiol.*, 1902, t. VI, p. 305-317.

[2] Voir G. Loisel : Revue annuelle d'Embryologie dans la *Revue* de 1901, t. XXIV, p. 1.134.

[1] Loeb et Lewis ont remarqué incidemment que le manque d'oxygène ne prolonge pas ou prolonge peu la vie des œufs non fécondés. De même, l'abaissement de température agit beaucoup moins bien que l'addition de KCAz à l'eau de mer.

[2] E. P. Gorham et R. W. Tower : Does potassium cyanide prolong the life of the unfertilized sea-urchins? *Amer. Journ. of Physiol.*, 1902, t. VIII, p. 175-182.

[3] Jacques Loeb : Ueber Eireifung, natürlichen Tod und Verlängerung des Lebens beim unbefruchteten Seesternei (*Asterias Forbesii*) und deren Bedeutung für die Theorie der Befruchtung. *Archiv. f. die gesamm. Physiol.*, 1903, t. XCIII, p. 59-76.

œufs d'Astéries ne va pas seulement jusqu'à prolonger leur vie, mais encore qu'elle leur permet d'entrer en segmentation et de se comporter par la suite comme de véritables œufs fécondés.

C'est au moment où les ovules d'Astéries sont en voie de division pour l'expulsion des globules polaires que Delage les place dans son réactif (eau de seltz fabriquée avec de l'eau de mer). La division réductrice s'arrête alors immédiatement chez les ovules. Il y a d'abord action inhibitrice, puis stupéfiante, car lorsque l'œuf, après une heure de séjour dans le réactif, est placé dans l'eau naturelle, CO^2 s'élimine rapidement, et l'œuf rentre en activité; mais, au lieu d'achever une division très inégale qui fournirait un globule polaire, il fait une division égale, suivie de toute une série qui se poursuit normalement et constitue le phénomène de la segmentation.

Il semblerait même, d'après Delage, que l'acide carbonique se montre un agent de développement aussi efficace que le spermatozoïde.

Dans ses expériences, en effet, *tous* les œufs en expérience se sont développés parthénogénétiquement, alors que les autres agents employés antérieurement par lui donnaient 30 à 40 °/₀ de segmentation et seulement 5 à 10 °/₀ de blastula. Ici, dit-il, la proportion est de 100 °/₀, et lorsqu'il fut obligé de quitter Roscoff, où il expérimentait, il laissa des larves carboniques, à un stade rappelant la larve auricularia des Holothuries, âgées de 32 jours, parfaitement agiles et en tout semblables à celles qui proviennent de la fécondation.

Dans une Note récente, Y. Delage [1] annonce qu'il continue ses expériences, sur lesquelles nous aurons sans doute l'occasion de revenir dans une prochaine revue. Nous ajouterons cependant que C. Viguier [2] a cru pouvoir restreindre l'importance des résultats obtenus par Delage, mais Viguier s'est adressé à des œufs d'Oursin; or, comme Delage le rappelle [3], les œufs d'Oursin sont absolument rebelles à l'action de l'acide carbonique, peut-être parce qu'on ne peut agir ici avant la phase de maturation, ces œufs émettant toujours leurs globules dans l'ovaire maternel.

Malgré leur très grand intérêt, ces expériences et observations ne peuvent nous dire encore quelle est la nature des processus qui font mourir l'œuf non fécondé et le spermatozoïde isolé, et cela d'autant plus que nous venons de voir Gorham et Tower faire intervenir, pour les œufs d'Oursin, du moins, un facteur étranger à la vitalité même du protoplasma ovulaire. Il ne suffit donc pas de dire, avec Lœb et Levis, que la mort des ovules peut être déterminée par une auto-digestion (ou par d'autres processus enzymatiques), ou peut être encore considérée comme un phénomène catalytique. Cependant, s'il est logique de penser à l'influence du milieu dans le cours d'une expérience, il n'en est pas moins vrai que les deux sortes d'éléments sexuels pondus portent, chacun en eux, leur cause de mort, de même qu'ils possèdent, l'un par rapport à l'autre, leur raison de vivre. Les causes intrinsèques de leur mort sont sans doute complexes; mais il en est une à laquelle les auteurs n'ont pas pensé, croyons-nous, et qui doit jouer, il nous semble, le principal rôle : c'est la présence, dans ces éléments, de substances toxiques, qui ont été reconnues et étudiées dans les glandes et dans les éléments génitaux de certains Poissons. Tout dernièrement, nous avons repris ces recherches dans les glandes génitales des Oursins et nous y avons trouvé, non seulement des toxalbumines comme chez les Tétrodons, mais encore des alcaloïdes qui tuent des lapins de forte taille en quelques minutes [1].

Plus récemment, Phisalix [2] a vu également l'ovaire de crapaud se charger de venin au moment du frai, époque ou la glande génitale est en suractivité fonctionnelle; il a retrouvé ce venin dans les œufs pondus et l'a vu ensuite disparaître au cours du développement.

Loeb et Delage semblent considérer la maturation des œufs comme une cause de mort. Nous nous demandons si les cinèses successives qui caractérisent ce phénomène ne sont point plutôt déterminées par une auto-intoxication progressive des œufs contre laquelle viendrait lutter l'acide carbonique, dans les expériences de Delage, l'acide nucléinique, dans la fécondation normale.

Les poisons contenus dans les œufs agissent probablement comme substances stimulantes de l'activité cinétique de la cellule. Dans les œufs parthénogénétiques, ces stimulines seraient de telle nature ou de telle quantité que cette activité pourrait conduire directement à la formation d'un nouvel individu. Dans les œufs ordinaires, au contraire, ces stimulines seraient telles qu'elles tendraient à conduire l'œuf à la mort, à moins qu'une partie, au moins, de ces substances, ne soit trans-

[1] Y. Delage : Elevage des larves parthénogénétiques d'Astéries dues à l'action de l'acide carbonique, *C. R. Ac. Sc.*, 7 septembre 1903, p. 449.

[2] C. Viguier : Action de l'acide carbonique sur les œufs d'Echinodermes. *C. R. Ac. Sc.*, 29 juin 1903, p. 1687.

[3] Id. : La parthénogénèse par l'acide carbonique, obtenue chez les œufs après l'émission des globules polaires. *C. R. Ac. Sc.*, 21 septembre 1903, p. 473.

[1] G. Loisel : Les poisons des glandes génitales. Première note : Recherches et expérimentation chez l'Oursin. *C. R. Soc. Biol.*, 11 nov. 1902.

[2] C. Phisalix : Corrélations fonctionnelles entre les glandes à venin et l'ovaire chez le Crapaud commun. *C. R. Soc. Biol.*, 19 déc. 1903.

formée par les substances mâles ou par d'autres substances neutralisantes.

§ 6. — **Classification embryologique des œufs.**

Pour ce qui concerne la classification des œufs, les traités de Zoologie et d'Embryologie continuent toujours à refléter, ou même à reproduire, les premières classifications de E. Hæckel et de Balfour ; celle, plus récente et plus complète, de L. Roule (Embryologie générale, Paris, 1893, page 113) prend encore comme point de départ les premières manifestations de la vie ovulaire, la segmentation ; c'est dire que cette classification est mécanique avant tout, comme celle de Hæckel. Et pourtant, « la structure intime, l'orientation des éléments deutoplasmiques dans les œufs, dit justement Eternod, ainsi que les modes de segmentation qui en découlent, sont plus difficiles à comprendre que ne le voudraient *a priori* Hæckel et Balfour[1] ».

Il est certain, en effet, que l'influence du deutoplasma n'est nullement décisive des modes de divisions ultérieures de l'œuf ; voir, par exemple, les divers groupes des Tuniciers, des Batraciens et des Mammifères.

Déjà, en 1892, Félix Henneguy avait pris pour base d'un nouveau travail les données cytologiques, et la classification qu'il nous donna alors des œufs représenta un progrès très sensible sur ses devanciers. C'est, du reste, une classification un peu analogue à celle-ci que Eternod nous présente ici, en tenant compte des facteurs suivants :

1° La position du noyau ;

2° La direction de l'axe et de l'orientation des pôles plastique et nutritif ;

3° La quantité relative du deutoplasme ;

4° L'orientation de celui-ci par rapport au noyau et à l'axe ovulaires ;

Tableau I. — *Comparaison des classifications des œufs d'Henneguy, de Roule et d'Éternod.*

DÉSIGNATION	EXEMPLES	HENNEGUY (1892 ET 1896)		ROULE (1893)	ÉTERNOD (1900)
1° Œufs sans vitellus nutritif. Noyau rigoureusement central	hypothétiques.	Oocyte	"	"	Analécithes (ἀν, privatif; λέκιθος, jaune d'œuf.)
2° Œufs avec très peu de vitellus intimement mélangé au protoplasma. Noyau très voisin du centre	Cœlentérés. Echinodermes.		Alécithes α, privatif; λέκιθος).	Alécithes.	Oligolécithes (ὀλίγος, peu).
3° Œufs avec vitellus plus abondant, d'abord intimement mélangé au protoplasma, mais s'isolant ensuite, après la segmentation. Noyau encore très voisin du centre	Amphioxus.	Métoocyte ou Epoocyte	Bradylécithes (βραδύς, lent).	Panlécithes (πᾶν, tout).	Panlécithes (πᾶν, tout).
4° Œufs avec vitellus plus abondant encore, commençant à se répartir inégalement dans le protoplasma. Noyau s'éloignant du centre	Cyclostomes. Ganoïdes. Amphibiens.		Mixolécithes μῖξις, mélange).		
5° Œufs avec vitellus très abondant, distinct, entourant le noyau qui reste près du centre.	Crustacés. Insectes.		Centrolécithes κέντρον, centre).	Centrolécithes holoblastiques. Centrolécithes méroblastiques.	Centrolécithes (κέντρον, centre).
6° Œufs avec vitellus et protoplasma nettement distincts, se cantonnant chacun respectivement à l'un des pôles de l'ovule. Noyau très excentrique, placé au pôle protoplasmique	Téléostéens. Sélaciens. Sauropsidés. Mammifères inférieurs.		Amictolécithes. α; μῖξις.		
7° Œufs avec vitellus supplémentaire surajouté extérieurement à l'ovule et placé sous une enveloppe commune	Trématodes. Cestodes	Epoocyte	Ectolécithes (ἐκτός, au dehors).	" Télolécithes.	Télolécithes (τῆλε, au loin).
8° Œufs déméroblastisés, c'est-à-dire à vitellus ayant disparu secondairement dans le cours de l'évolution. Noyau tendant à revenir au centre de l'ovule	Mammifères supérieurs.	Métoocyte	Homolécithes (ὁμός, pareil).	"	Métalécithes (μετὰ, qui indique changement).

[1] A. C. F. Eternod : Contribution à la classification embryologique des œufs. *Bibliogr. Anat.*, 1900, t. VIII, p. 231-241 (v. p. 233).

5° Le mode de segmentation et, notamment, le lieu exact du plan équatorial de segmentation ;

6° Le genre de gastrulation ;

7° Les phénomènes d'évolution post-gastrulaire.

C'est en partant de toutes ces données réunies qu'Eternod a pu composer une classification nouvelle, que nous croyons utile de comparer, dans le tableau I, avec celles de Henneguy et de Roule.

Eternod a fait suivre son essai de considérations générales intéressantes sur l'évolution probable des œufs. Eternod pense d'abord que l'œuf rigoureusement holoblastique, en tant qu'œuf, ne peut pas exister et n'a pas pu exister anciennement. La division absolument égale (holoblastique absolue) ne peut engendrer, dit-il, que des éléments toujours égaux et parfaitement semblables à eux-mêmes; or, c'est là le propre des organismes monocellulaires (Protophytes, Protozoaires). Au contraire, pour engendrer des organismes pluricellulaires (Métaphytes, Métazoaires), il faut une certaine dose de polarisation et de différenciation cellulaires; et c'est cette raison qui fait admettre à Eternod, comme type primordial d'ovules proprement dits, un groupe d'œufs *pseudo-holoblastiques* ou *oligolécithes*.

L'accumulation de plus en plus grande du deutoplasme dans les œufs, et le méroblastisme qui en fut la conséquence, vinrent ensuite apporter « une sorte d'affranchissement dans le combat pour la vie » aux organismes qui présentèrent ce phénomène.

Et sur lui vinrent agir des causes primordiales : température, humidité, lumière, etc., que G. Loisel étudie succinctement dans une revue d'ensemble[1].

Mais il est bien certain que d'autres circonstances nutritives intervinrent pour la constitution des œufs. Ce furent d'abord, continue Loisel, l'influence complexe des milieux et du climat, puis celle des rapports plus ou moins intimes que les jeunes en développement purent acquérir avec l'organisme maternel (gestation, commensalisme, parasitisme).

Enfin, à ces influences, Eternod ajoute encore :

1° Les *adjonctions périovulaires*, telles que le *manteau gélatineux protecteur* de l'œuf de l'Amphioxus et des Batraciens, que les larves doivent consommer et détruire avant d'être tout à fait libérées; telles, également, que *l'albumen* des Sauropsidés, qui est employé finalement à pourvoir à l'accroissement du jeune individu, jusqu'au moment où ce dernier est devenu habile à chercher sa vie d'une manière indépendante;

2° Les *soins maternels et paternels* dont beaucoup d'organismes entourent leur progéniture, en la défendant contre leurs ennemis naturels, en lui préparant des pâtées spéciales, ou autrement;

3° *L'allaitement*, acte pour le moins aussi décisif pour les Mammifères que la gestation utérine.

Ces dernières influences constituent, en somme, des moyens adjuvants de nutrition embryonnaire qui vinrent prendre la place du deutoblastisme. Et ainsi apparurent les séries organiques « qui ont comme point de départ un groupe d'œufs *déméroblastisés*, progressifs pour les polarisations, mais régressifs pour ce qui concerne le méroblastisme, et dont, néanmoins, la segmentation et les formes évolutives qui en dérivent sont frappamment les mêmes que celles de leurs ancêtres, les œufs franchement deutoplasmiques ».

II. — Traités généraux. Technique embryologique.

1° Nous signalerons tout d'abord l'heureuse idée qu'ont eue plusieurs savants allemands de collationner, sous la forme encyclopédique, tout ce qui existe actuellement en fait de technique microscopique, de méthodes histologiques et embryologiques et de procédés micro-chimiques[1].

Pour ce qui nous concerne ici, c'est le Professeur Ballowitz, de Greifswald, qui a rédigé l'article *Embryologische Technik*. Après quelques considérations générales, il nous parle : dans une première partie, de la fécondation artificielle, de l'observation du matériel embryologique à l'état vivant, de la préparation des œufs et des embryons, des différents procédés de fixation et de durcissement, qu'il décrit avec beaucoup de détails, des méthodes de coloration, d'inclusion et de coupes; puis, dans une deuxième partie, Ballowitz montre l'application des méthodes embryologiques à chaque groupe de Vertébrés pris en particulier. (Pour l'embryologie des Invertébrés, il faut aller chercher chaque groupe à son ordre alphabétique.)

La technique embryologique est complétée par deux autres articles distincts. Le premier, sur les méthodes expérimentales embryologiques (Experimentell embryologische Methoden), est dû au Dr Wetzel, privat-docent à Berlin. Il comprend l'exposé des méthodes pour l'étude de la potentialité d'une partie de l'œuf ou de l'embryon, pour observer l'influence des différents facteurs sur la segmentation et sur l'évolution des embryons, la description de l'appareil de Chabry, de l'embryoscope de Gerlach, du prisme rotateur, etc.

Dans le deuxième article (*Plastiche Rekonstruktion*), le Dr K. Peter, privat-docent à Breslau, initie l'embryologiste aux différentes méthodes de re-

[1] G. Loisel : Les causes et les conséquences de la présence des réserves nutritives dans les œufs. *Miscellanées biologiques*, dédiées au Professeur Alfred Giard, Paris, 1899, p. 402-432.

[1] Encyclopädie der mikroskopischen Technik mit besonderer Berücksichtigung der Farbelehre. Berlin u. Wien. 2 vol.

construction des coupes microscopiques. Il divise ces méthodes en deux groupes : celles qui donnent un modèle plastique des objets coupés (méthodes à trois dimensions) et celles qui nous offrent seulement une reconstruction en surface au moyen du dessin (méthodes à deux dimensions). Toutes ces méthodes, celles de Born, de His, de Kaschenko, de Schaper, par exemple, sont suffisamment exposées ici pour que l'embryologiste puisse les appliquer à ses études personnelles. Du reste, là, comme à la suite de chaque article de l'ouvrage, une bibliographie complète des travaux de ces dernières années permet au lecteur de se reporter aux sources originales.

2° Dans *A Laboratory Text-book of Embryology*[1], Ch. S. Minot nous donne surtout, comme l'indique son titre, un guide pour les études de l'embryologie des Vertébrés supérieurs au laboratoire. C'est le Porc qu'il a pris comme type devant servir de base à l'embryologie pratique du mammifère, et c'est au développement de ce type qu'il consacre la plus grande partie de son ouvrage. Il prend ensuite le Poulet, mais pour le comparer surtout à l'embryon de Lapin. Il s'arrête davantage sur ce dernier pour indiquer comment on peut obtenir, fixer et étudier sa vésicule blastodermique. Il montre ensuite comment on peut observer la formation des globules polaires et la fécondation chez la Souris et vient enfin à l'Homme, pour étudier l'utérus et les annexes du fœtus. Là encore nous trouvons décrites les différentes méthodes pouvant servir plus spécialement en Embryologie.

3° Dans une sorte d'introduction à un grand Traité d'Obstétrique qui paraît en ce moment en Allemagne, H. Bayer[2] présente d'une façon originale l'état de nos connaissances actuelles sur le développement de l'appareil génital femelle chez les Vertébrés, en général, mais surtout chez les Mammifères, chez la Femme en particulier.

[1] 1 fort. vol. de 380 p. avec 218 fig. Philadelphie, 1903.

[2] H. Bayer : Entwickelungsgeschichte des weiblichen Genitalapparates, t. CIV, avec 12 pl. et 33 fig. Strasbourg, 1903.

Bayer nous montre d'abord la structure de l'œuf et la formation des feuillets blastodermiques chez le Lapin et chez l'Homme ; puis, arrivant au système génito-urinaire, il nous fait d'abord connaître les organes d'excrétion qui se succèdent chez l'embryon, la formation de la glande sexuelle primitive et de ses dérivés dans l'espèce humaine, puis la constitution définitive de l'appareil génital chez la Femme pendant la période fœtale.

4° Korschelt et Heider ont commencé, l'année dernière, la publication de la deuxième édition de leur grand Traité d'Embryologie des Invertébrés[1]. Les deux premiers fascicules de cet ouvrage, qui forment, du reste, un volume séparé, intéressent tous les embryologistes, car ils sont consacrés d'abord à l'ensemble des données fournies jusqu'ici par l'Embryologie expérimentale : facteurs externes et internes du développement et problème de la détermination ; on trouve ensuite l'état actuel de nos connaissances sur les éléments sexuels, sur leur origine et leur évolution.

5° Comme parallèle à cette publication, Oscar Hertwig vient de prendre la direction de la publication d'un grand traité d'Embryologie des Vertébrés, auquel collaborent beaucoup de savants allemands[2]. Enfin, en terminant notre *Revue*, nous citerons, pour l'usage des étudiants en médecine, un fascicule de deux cents pages, *L'Embryologie en quelques leçons*, de Debierre[3], et les *Lezioni elementari di Embriologia applicata alle scienze mediche*, de Valenti Giulio[4].

Dr Gustave Loisel,
Préparateur d'Embryologie à la Faculté des Sciences de Paris.

[1] E. Korschelt und K. Heider : Lehrbuch der vergleichenden Entwickelungsgeschichte der wirbellosen Thiere, p. 1-538 avec 318 fig. Iena, 1902.

[2] Handbuch der vergleichenden und experimentellen Entwickelungslehre der Wirbeltiere, *herausgeg.* von Osc. Hertwig. Iena, 1901.

[3] Paris, Alcan, 1902.

[4] Unione tipografico editrice torinese, Turin, 1903.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Delaporte (L.-J.), *Docteur en philosophie de l'Université de Fribourg (Suisse), licencié ès sciences mathématiques.* — **Essai philosophique sur les Géométries non euclidiennes.** — 1 *vol de* 139 *pages.* (*Prix* : 3 *fr.*) *C. Naud, éditeur. Paris*, 1903.

Les ouvrages dont nous rendons habituellement compte aux lecteurs de la *Revue* ont, avec des mérites assurément très inégaux, le caractère commun d'être intéressants. Les exceptions sont très rares. Le livre de M. Delaporte en est une.

Quoique l'ouvrage n'en porte pas l'indication explicite, nous pensons qu'il s'agit là de la thèse de doctorat en philosophie que l'auteur a présentée à l'Université de Fribourg (Suisse).

Il y a une certaine érudition, un certain souci de remonter aux sources. Le travail mérite assurément le diplôme qui a dû lui être décerné. Mais là s'arrêtera le bien que nous ayons à en dire.

D'abord, si, des 139 pages du volume, on défalque la partie historique, les citations, la compilation de l'appendice géométrique, les index, ... la part personnelle de l'auteur apparaîtra comme mince.

Ce n'est pas tout :

L'auteur, qui se réclame d'Aristote, est un euclidien fervent, un partisan convaincu de la science traditionnelle. Soit. Le malheur est que M. Delaporte ne se doute même pas combien sont touffus et complexes les problèmes qu'il s'imagine résoudre.

Après avoir rédigé en peu de pages (de la page 48 à la page 60), et sans grandes démonstrations, un catéchisme géométrique succinct, l'auteur *exécute* en quelques mots les théories différentes de ce catéchisme. C'est en quelques phrases qu'il *dit son fait* à Helmholtz ou à M. H. Poincaré.

Nous ne saurions recommander la lecture du travail de M. Delaporte que si l'on est pourvu de loisirs abondants, sur l'emploi desquels on serait embarrassé.

LÉON AUTONNE,
Maître de Conférences de Mathématiques à la Faculté des Sciences de Lyon.

De Chasseloup-Laubat. — **Les Marines de guerre modernes.** — 1 *vol. in-4° de* 373 *pages avec* 116 *figures.* (*Prix* : 15 *fr.*) *Veuve Ch. Dunod, éditeur*, 49, *quai des Grands-Augustins, Paris*, 1903.

M. de Chasseloup-Laubat a fait une monographie très complète des navires de guerre appartenant aux grandes puissances maritimes : Allemagne, Angleterre, Autriche, Etats-Unis, France, Italie, Japon, Russie. Chaque type de navire y est décrit dans ses principaux détails; des gravures et des schéma très clairs et très bien faits permettent de se rendre compte de la disposition et de l'importance de sa puissance offensive et défensive. Tous ceux qu'intéressent les questions si complexes relatives aux navires de combat trouveront réunis dans cet ouvrage les éléments pour une étude d'ensemble des flottes construites et de celles en construction, aussi bien au point de vue des machines, des chaudières et de la distance franchissable que de l'artillerie et du cuirassement.

C'est l'ouvrage le plus complet et le plus utile qui ait été fait dans ce genre. Ajoutons que la préface est à lire : on y trouve résumée succinctement, mais d'une manière fort heureuse, l'histoire maritime jusqu'à nos jours.

A. CRONEAU,
Directeur de l'Arsenal de Lisbonne.

Witz (Aimé), *Doyen de la Faculté libre des Sciences de Lille.* — **Traité théorique et pratique des Moteurs à gaz et à pétrole.** (4e *Edition, refondue et entièrement remaniée*). *Tome I.* — 1 *vol. grand in-8° de* 504 *pages, avec* 137 *figures. E. Bernard, éditeur, Paris*, 1903.

Nous avons donné ici même[1] des comptes rendus assez détaillés du second et du troisième volume de la troisième édition de cet ouvrage. Le succès de cette dernière, et le très grand développement pris dans ces dernières années par les moteurs à mélange carburé, ont amené l'auteur à compléter son œuvre et à la remanier : la 4e édition comprendra deux forts volumes grand in-8°.

Celui que nous allons analyser aujourd'hui donne l'histoire et la classification des moteurs, l'étude des divers combustibles qui les alimentent, l'exposé d'une théorie générique et d'une théorie expérimentale de ces moteurs, enfin leurs essais.

Dans l'historique, très complet, nous voyons relatés, selon leur ordre chronologique, les faits suivants, dont l'énoncé est comme la liste des principales nouveautés offertes par l'édition actuelle :

1° L'utilisation des gaz de haut-fourneau par des moteurs à explosion, notamment par le moteur à deux temps de M. von Achelhaeuser ;

2° L'Exposition de Paris en 1900. Bien que les moteurs à gaz n'y aient pas occupé la place qui leur était légitimement due, qu'ils aient été frustrés de toute coopération à la fourniture du travail et de la lumière, ils y firent pourtant constater de brillants progrès de construction.

La consommation était abaissée à 500 litres de gaz à 5.250 calories; on prévoit qu'elle pourra bientôt être réduite à 400 litres par cheval-heure effectif.

Il semble qu'on ait réussi à corriger les régulateurs de l'oscillation périodique que leur imposait la résistance des organes de distribution qu'ils conduisent.

L'allumage se fait le plus souvent par incandescence; pourtant l'inflammation par magnéto paraît indiquée pour les moteurs puissants.

A Paris, le moteur à quatre temps du cycle Otto régnait en maître; on n'y voyait que deux moteurs à deux temps. M. Witz n'en constate pas moins que le moteur à deux temps genre Clerk a des avantages incontestables, et que, s'il a un faible rendement, cette infériorité est atténuée par l'alimentation au gaz pauvre. Le moteur von Achelhaeuser et le nouveau Duplex Kœrting ont clairement démontré que le cycle à deux temps se prête bien à la production des grandes puissances. Enfin, le succès, jusqu'ici relatif, mais cependant certain, du moteur Diesel fait présager un retour aux moteurs à combustion ;

3° L'Exposition de Dusseldorf en 1902. Elle a consacré le succès des forts moteurs à deux temps et mis en évidence, pour les moteurs à quatre temps, bien des perfectionnements de détail : sécurité absolue de fonctionnement, robustesse comparable à celle des machines à vapeur, marche silencieuse, amélioration du rendement. Les constructeurs allemands fabriquent de très puissants moteurs, dans lesquels ils font varier l'admission (le réglage par tout ou rien est réservé par eux aux petits moteurs); ils produisent l'allumage par magnéto, et ils compriment à 9 et 10 kilogrammes par centimètre carré[2];

[1] *Revue gén. des Sciences*, tomes V et X.

[2] Il est intéressant de constater que les deux premiers moyens sont employés pour les moteurs d'automobiles,

4° Enfin, l'entrée en scène de l'alcool. L'ouvrage relate les concours organisés par le Ministère de l'Agriculture en octobre 1901 et juin 1903, et le résultat si remarquable constaté sur un moteur Brouhot, d'une puissance de 16 chevaux, qui dépense par cheval-heure effectif 340 grammes d'alcool pur et 233 grammes d'alcool carburé à 50 °/₀. Ces chiffres correspondent à un rendement thermique effectif de 33, 90 °/₀; on n'en connaît pas de plus élevé. L'auteur met en évidence les conditions indispensables à un bon rendement : brassage énergique et réchauffement du mélange d'air et de vapeur d'alcool.

Dans l'étude des divers combustibles, une grande place est faite aux gazogènes, aux gaz pauvres, notamment à ceux de haut-fourneau.

La théorie générique des moteurs est celle que nous connaissons. La théorie expérimentale s'attache à déterminer les imperfections des cycles réels, l'action de la paroi du cylindre, les divers régimes de détonation et de combustion. De cette théorie, soumise au contrôle de l'expérience, M. Witz s'efforce de dégager les règles que la construction doit suivre pour obtenir le meilleur rendement.

Dans le dernier chapitre, consacré à la mesure du travail indiqué et du travail effectif et à l'établissement des bilans de fonctionnement, de nombreux résultats d'essais ont été rapprochés et comparés. M. Witz donne des formules pour la détermination et le calcul des dimensions d'un moteur en vue d'une puissance donnée, sans s'exagérer, d'ailleurs, la valeur de ces formules.

L'œuvre entière est digne du savant spécialiste, à la compétence duquel tout le monde rend hommage.

GÉRARD LAVERGNE,
Ingénieur civil des Mines.

2° Sciences physiques

Monnier (D.), *Ingénieur des Arts et Manufactures, Membre du Conseil de l'Ecole Centrale.* — **Electricité industrielle.** (*Cours de l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures*) (2e *édition*). — 1 *vol in-8° de* 825 *pages avec figures.* (*Prix* : 25 *fr.*) *E. Bernard et Cie, éditeurs, Paris*, 1903.

Dans un ouvrage qui traite de l'application d'une science, il est naturel de faire une juste part aux principes scientifiques indispensables sur lesquels elle repose. Mais il est souvent difficile de savoir restreindre cet exposé théorique et d'éviter les développements qui seraient hors de proportion avec l'importance du sujet au point de vue de l'application. En d'autres mots, *Time is money* est un adage dont l'application devrait commencer non seulement dans l'industrie, mais aussi dans les études et les cours qui y conduisent.

Sous ce rapport, l'ouvrage de M. Monnier donne pleine satisfaction, et la partie théorique se trouve réduite à sa juste et légitime valeur. Le lecteur trouvera dans l'Introduction un résumé clair et précis des principes fondamentaux de l'Electrotechnique, avec les démonstrations usuelles qu'un ingénieur électricien ne peut ignorer.

Les quatre premiers chapitres, qui servent d'introduction à l'ouvrage (1° Equivalence des différentes formes de l'énergie; 2° Actions magnétiques; 3° Actions électromagnétiques; 4° Induction électromagnétique), sont d'une lecture facile et profitable à tout lecteur désireux de se remettre en mémoire les points les plus essentiels de la théorie de l'électricité en vue des applications.

C'est avec la deuxième partie que l'auteur entre dans le vif du sujet par l'étude des dynamos à courant continu, auxquelles il consacre dix chapitres en raison de leur importance et parce que les principes qui président à la construction de ces machines retrouveront leur application dans l'étude d'autres appareils.

Indépendamment de l'étude du fonctionnement des inducteurs, de l'induit, des différents modes d'enroulement et de la théorie des dynamos, etc., cette partie renferme plusieurs chapitres qui intéressent plus particulièrement la construction. Ces pages seront d'une très grande utilité pour les ingénieurs; mais le physicien désireux seulement de se mettre au courant des applications pourra les lire plus rapidement.

Les titres des chapitres qui suivent indiquent suffisamment le plan suivi par l'auteur : Inducteurs, Enroulement de l'induit, Eléments de construction des induits, Théorie des dynamos à courant continu, Caractéristiques, Régulation, Moteurs électriques à courant continu, Etude d'un projet de dynamo à courant continu.

Avec le chapitre XV commence l'étude théorique des courants alternatifs. Dans cet exposé, l'auteur emploie d'abord la méthode générale analytique pour montrer ensuite les simplifications que peuvent introduire les deux auxiliaires si précieux de cette méthode, à savoir : la méthode graphique et la méthode des imaginaires. L'ingénieuse application que M. Steinmetz a faite de cette dernière méthode à la résolution du problème de la capacité uniformément répartie termine cet exposé.

Vient ensuite l'étude, toujours théorique, des courants polyphasés, des champs tournants et des harmoniques des courants alternatifs. Ce dernier paragraphe vient compléter fort heureusement les théories précédentes en montrant les différences qui peuvent résulter du fait de la présence des harmoniques élevés et dans quel sens les calculs industriels peuvent être modifiés si l'on doit en tenir compte. Dans l'interprétation de certains phénomènes, l'ingénieur comme le physicien feront bien de ne pas perdre de vue ces influences possibles.

C'est armé de ces connaissances théoriques indispensables que le lecteur aborde l'étude des principaux genres d'appareils de production, de transformation et d'utilisation du courant alternatif.

Les chapitres XVI et XVII sont consacrés aux différents types d'alternateurs, construction et fonctionnement. Les transformateurs de courant alternatif font l'objet des chapitres XVIII et XIX et sont l'occasion d'une étude théorique où sont développées les conditions générales de leur fonctionnement. Enfin, les chapitres XX, XXI et XXII traitent des moteurs synchrones, asynchrones et de la transformation des courants alternatifs en courant continu.

En résumé, cet ouvrage nous semble se recommander comme un des ouvrages généraux les meilleurs. Il constitue une initiation précieuse aux principaux domaines de la construction électrotechnique.

En un nombre relativement restreint de pages, l'auteur a su exposer dans leurs traits principaux tous les points essentiels du fonctionnement et de la construction des appareils d'électricité industrielle. C'est assurément la grande expérience technique et didactique de l'auteur qui lui a permis d'atteindre ce résultat; c'est elle aussi qui garantit à cette seconde édition, comme à la première, un légitime succès.

CH. EUG. GUYE,
Professeur à l'Université de Genève.

Haller (A.) *Membre de l'Institut, Professeur à la Sorbonne.* — **Les Industries chimiques et pharmaceutiques. Rapport du Jury international de l'Exposition de 1900** (*classe* 87). — 2 *vol. in-4° de* 406 *et* 446 *pages. Imprimerie nationale. Paris*, 1903.

Au lendemain de l'achèvement d'un siècle de lumière et de progrès, siècle durant lequel la Chimie s'est érigée en science et a doté les Arts des perfectionnements les plus saisissants, il était à souhaiter qu'un monument commémoratif fût élevé à ces conquêtes de l'esprit humain. Un tel monument devait être l'œuvre à la fois

dont ne s'occupe pas l'ouvrage, exclusivement réservé aux moteurs fixes. Qui sait si le troisième, l'augmentation de la compression, ne leur conviendrait pas aussi?

d'un savant et d'un érudit. Nous le devons à la plume de M. Haller, le réalisateur de l'idéal et parfait accord de la Science et de l'Industrie.

Des faits d'ordre économique ont porté certains esprits inquiets et rétrogrades à penser que l'intrusion des méthodes scientifiques dans les champs de l'activité industrielle doit fatalement produire de fâcheux bouleversements. Certes, l'on ne peut nier que la découverte de l'alizarine n'ait entraîné à la ruine la culture de la garance. Mais, si l'on envisage les faits d'une façon plus large, on sera forcé d'admettre que la Chimie ne cesse d'éclairer de ses lumières tous les ateliers, toutes les manufactures, dont la prospérité est liée à ses progrès. Tout changement dans un système économique ne produit son effet salutaire qu'au moment où, au chaos qu'il occasionne, a succédé l'ordre parfait, où toutes choses ont repris leur position d'équilibre dans le nouveau système engendré par la révolution scientifique.

Cette puissance de la science dans les bouleversements économiques est mise en lumière d'une façon magistrale par M. Haller qui, étudiant les conditions susceptibles de favoriser la prospérité d'un peuple, nous découvre une face nouvelle de l'activité industrielle sur laquelle apparaît un facteur trop longtemps négligé en France : le capital intellectuel.

Notre pays n'a pas manqué d'esprits féconds ; on peut même dire que c'est en France que sont nées les plus grandes doctrines de la science chimique. M. Haller écrit à ce sujet des pages pleines d'à propos, au moment de la crise de pessimisme que nous subissons. Il met en relief les causes du malaise dans lequel nous nous débattons, il démontre qu'une ère de prospérité peut encore s'ouvrir pour notre pays à condition que celui-ci sache mettre en valeur les ressources intellectuelles dont il dispose. Pour cela, d'importantes réformes s'imposent en ce qui concerne notre enseignement supérieur. Les institutions surannées, dont la gloire ne procède plus aujourd'hui que des traditions et de la légende, doivent faire place à des universités où puissent se développer l'esprit d'initiative, le goût de la recherche, où puisse fleurir et fructifier l'intelligence de la jeunesse française.

Après l'Introduction dans laquelle sont soulevés et traités tous ces problèmes brûlants relatifs au rôle du capital intellectuel dans le rendement du travail de l'homme, problèmes dont la solution nécessitait — il faut bien le dire — une rare compétence et un courage plus rare encore, M. Haller présente un tableau fidèle, un exposé méthodique et lumineux des conquêtes faites récemment dans le domaine de l'industrie chimique. Là encore, chaque page est le résultat d'une documentation copieuse, d'une méditation profonde. Tout chapitre comprend des considérations générales sur l'industrie spéciale qui y est décrite, sur sa marche évolutive durant les dix dernières années. A la suite de ces considérations figure la liste des maisons industrielles qui ont pris part au grand tournoi international. L'auteur ne se borne pas à une énumération sèche et banale : il présente le cortège imposant des initiatives privées, il met en lumière ce que chaque tentative persévérante a entraîné de richesse et de progrès.

Le premier chapitre, l'un des plus importants, est consacré à la grande industrie chimique. La voie est bien désignée dans laquelle s'accomplit en ce moment, grâce à l'application des méthodes électrolytiques, une véritable révolution en ce qui concerne la fabrication des alcalis caustiques et du chlore. Et, tandis que les débuts du XIXe siècle avaient été marqués par la découverte de Leblanc, rendant solidaires les industries de l'acide sulfurique, de l'acide chlorhydrique et de la soude, M. Haller montre comment la fin de ce même siècle a vu ces industries se rendre indépendantes les unes des autres au grand profit du consommateur.

Dans le second chapitre se trouvent passés en revue les produits de la petite industrie chimique et les produits pharmaceutiques.

L'étude d'une industrie qui, en France, s'est présentée, il y a quarante ans environ, sous les plus heureux auspices, celle des matières colorantes artificielles, fait l'objet du troisième chapitre. Lorsque la Chimie organique fut fécondée par les théories nouvelles, cette science donna les plus éclatantes manifestations de sa puissance en permettant d'élever les édifices moléculaires les plus variés et les plus complexes, et en donnant le moyen de communiquer des propriétés particulières à ces innombrables groupements d'atomes, conçus par une imagination disciplinée et réalisés aussitôt. L'industrie des matières colorantes s'est développée avec une rapidité telle que sa situation économique s'est trouvée constamment bouleversée. M. Haller montre quelles ont été les conditions qui ont présidé à cette évolution progressive. Il constate avec regret que l'industrie française, après de brillants débuts dans cette voie, a ralenti ses efforts et cueilli moins de lauriers.

Après un chapitre consacré aux produits de la distillation du bois, des résineux, de la houille et des huiles minérales, M. Haller aborde une question dans laquelle il a acquis une compétence toute particulière et qui l'intéresse au plus haut point, non seulement à cause de son aspect scientifique séduisant, mais encore parce qu'elle touche à l'une de nos plus élégantes industries nationales, qu'il a voulu préserver contre la routine : la question des parfums naturels et artificiels.

L'étude des couleurs ou pigments minéraux, des laques, vernis, encres, cirages, etc., forme le sixième chapitre. La savonnerie, la stéarinerie, etc., sont l'objet, dans le chapitre suivant, de considérations historiques, économiques, techniques, qui présentent le plus haut intérêt si l'on envisage que la situation de ces industries en France comporte, à l'heure actuelle, de nombreux desiderata, malgré son incontestable prospérité.

Les industries des colles et gélatines, celles des matières plastiques, en particulier de la soie artificielle, trouvent la place qu'il convenait de leur réserver. Enfin, un chapitre sur nos colonies termine l'important travail dont le successeur des Wurtz et des Friedel vient de doter la littérature scientifique française.

Nous avons essayé d'analyser cette œuvre, mais avec la conscience de rester impuissant à en faire ressortir la haute portée philosophique. Les belles pages qui composent son introduction, et dont les lecteurs de la *Revue* ont eu la primeur, nous ont procuré la même impression que les écrits des chimistes du siècle dernier : nous y avons rencontré ces deux qualités toujours inséparables, la pureté de la forme et l'élévation de la pensée.

EUGÈNE CHARABOT,
Docteur ès Sciences,
Inspecteur de l'Enseignement technique.

3° Sciences naturelles

Commandant **Barré**. — **L'Architecture du sol de la France.** ESSAI DE GÉOGRAPHIE TECTONIQUE. — 1 *vol. in-8° de* 393 *pages, avec* 189 *cartes, coupes et perspectives, dont* 12 *planches.* (*Prix* : 12 *fr.*) *Armand Colin et Cie, éditeurs. Paris*, 1903.

Il n'est pas, aujourd'hui, de géographe qui ne soit obligé de tenir compte des données géologiques, lorsqu'il entreprend l'étude d'une région. La nature du sol, son relief, son hydrographie, ses richesses minérales, etc., sont intimement liés à la constitution du sous-sol et à son modelé. Cette vérité a eu quelque peine à s'établir : elle est désormais admise, grâce aux beaux travaux de Neumayr et de Suess en Autriche, Heim en Suisse, Davis et Gilbert en Amérique, O. Reclus, Marcel Bertrand, de Lapparent, etc., en France.

Mais, jusqu'ici, les ouvrages parus sur ce sujet étaient d'ordre général. De plus, les études de Géographie physique s'appuyaient *principalement* sur l'examen des matériaux de la surface du sol et l'on ne faisait allusion qu'*exceptionnellement* à leur succession en profondeur et à leur disposition *tectonique* : on s'occupait de la *façade* de l'édifice et non de son *architecture*.

Le Commandant Barré a pensé, à juste titre, que l'on

ne peut séparer ces deux éléments, ces deux facteurs, le premier étant sous la dépendance du second. Si on ne l'avait pas fait, jusqu'ici, c'est que les études de tectonique n'étaient pas assez avancées. Il n'est plus permis de ne pas en tenir largement compte, car elles éclairent intensivement bien des problèmes obscurs.

Pour le savant officier, « il ne suffit pas au géographe de lire en *plan* la carte géologique; il lui faut aussi la déchiffrer en *profondeur*; bien plus, il doit chercher à la lire dans le *temps*, afin de restituer par la pensée les formes disparues ».

L'étude de notre pays de France a été faite sous cette inspiration; c'est son originalité et l'un de ses principaux mérites. Dans son « Essai de Géographie tectonique », le Commandant Barré a parfaitement réussi à nous montrer que la science géographique doit s'intéresser au « pourquoi des choses », et non se borner à une encyclopédie de faits dont on ne cherche pas la raison d'être. Nous le félicitons d'être ainsi allé de l'avant et de nous avoir donné, en une langue d'une belle clarté, de si intéressants aperçus sur notre pays, non seulement en s'aidant des derniers travaux parus, mais aussi en faisant œuvre personnelle.

Son livre, qui est celui d'un homme de science très érudit, comprend huit chapitres et une introduction où sont exposées sobrement, mais suffisamment, les causes de l'évolution des formes extérieures du Globe. Le premier (I) est consacré à l'étude de la France et à son évolution géologique; on y a reproduit les esquisses paléo-géographiques du *Traité de Géologie* de M. de Lapparent.

Dans les 6 chapitres suivants, l'auteur étudie les diverses régions françaises, qu'il groupe de la façon suivante : II, Région du Nord et du Nord-Ouest; III, Région du Nord-Est; IV, Région de l'Est et du Sud-Est; V, Région du Sud et du Sud-Ouest; VI, Région de l'Ouest; VII, Région Centrale. Le dernier chapitre a trait à l'étude des côtes de la Méditerranée, de l'Océan et de la Manche.

Nous ne pouvons insister sur les détails de chacun de ces chapitres, semés de rapprochements suggestifs, de citations bien choisies et remarquablement écrits.

Les cartes, les coupes et surtout les *perspectives schématiques* (innovation à imiter) complètent heureusement cet ouvrage, d'une lecture attachante, dans lequel géologues et géographes trouveront grand profit.

PH. GLANGEAUD,
Professeur adjoint à l'Université de Clermont-Ferrand.

De Seilhac (Léon), *Délégué permanent du Musée social.* — **La Pêche de la Sardine.** — 1 *vol. de* 172 *pages avec* 19 *figures de l'Encyclopédie scientifique des Aide-mémoire.* (*Prix : broché*, 2 *fr.* 50; *relié*, 3 *fr.*) *Masson et Gauthier-Villars, éditeurs. Paris*, 1903.

Ce petit ouvrage sort de la note ordinaire de la collection dont il fait partie. La technique y tient une place relativement restreinte; la science n'en a aucune. Par contre, la documentation y est abondante en tout ce qui touche au problème économique que soulève périodiquement la pêche de la sardine dans l'Ouest. Tous ceux qu'intéresse cette poignante question liront avec fruit le livre de M. de Seilhac. Ils y trouveront, à défaut d'une explication satisfaisante des irrégularités de rendements de la sardine et de vues nouvelles sur les causes de ces irrégularités, un tableau exact des bouleversements que la disette de ce poisson apporte dans la vie des pêcheurs bretons. Ils y trouveront aussi des données précises et intéressantes sur les conditions économiques de l'industrie sardinière, ainsi que sur la situation matérielle et morale des pêcheurs sardiniers. A ce point de vue, cet ouvrage offre une réelle originalité et une incontestable utilité.

G. ROCHÉ,
Docteur ès sciences.

4° Sciences médicales

Leredde (L. E.). — **La nature syphilitique et la curabilité du tabes et de la paralysie générale.** — 1 *vol. in-8° de* 140 *pages.* (*Prix* : 3 *fr.* 50.) *C. Naud, éditeur, Paris*, 1903.

L'auteur prend pour point de départ un fait qu'il considère comme acquis : le tabes et la paralysie générale se rencontrent, dans la majorité des cas, chez les syphilitiques; il y a donc, entre l'infection syphilitique et ces syndromes anatomo-cliniques, des rapports de cause à effet.

Dès l'année 1888, le Professeur Fournier soutenait, avec preuves statistiques à l'appui, que 93 tabétiques sur 100 sont syphilitiques.

Sur des milliers de tabétiques observés, on n'a relevé que trois cas dans lesquels les malades aient contracté la syphilis après l'apparition des symptômes du tabes.

En ce qui concerne la paralysie générale, mêmes remarques; la syphilis a été démontrée dans au moins 80 °/₀ des cas. Il n'existe, sur des milliers d'observations, que quelques cas où la syphilis a pu être éliminée en toute certitude; on a vu en tout quinze fois à peine les paralytiques généraux contracter la syphilis dans la période agitée du début de leur affection.

Donc, tabes et paralysie générale sont bien d'origine syphilitique.

Pourquoi cette origine est-elle si souvent difficile à retrouver? C'est que la syphilis est extrêmement plus répandue qu'on ne l'imagine; et elle est souvent ignorée, soit que les accidents du début aient passé inaperçus, vu leur bénignité, soit qu'il s'agisse de syphilis héréditaire.

Une autre difficulté vient de ce que le tabes et la paralysie générale sont ordinairement l'un et l'autre la conséquence de syphilis très anciennes; on retrouve rarement ces accidents cutanés ou autres, manifestement syphilitiques, sur la nature desquels aucun médecin n'hésiterait à se prononcer.

Les affections telles que le tabes et la paralysie générale ont été qualifiées de *parasyphilitiques* par le Professeur Fournier; il entendait ainsi qu'elles sont *d'origine*, mais *non de nature* syphilitique, parce qu'elles ne cèdent pas sous l'action du traitement mercuriel.

Cette opinion, selon M. Leredde, ne serait pas rigoureusement exacte; aussi consacre-t-il plusieurs chapitres de son livre à la réfuter et à établir que tabes et paralysie générale sont bien de *nature* syphilitique.

La conséquence logique de cette théorie est que le tabes et la paralysie générale seraient curables par le traitement antisyphilitique, autrement dit mercuriel.

Et, cependant, n'a-t-on pas admis pendant longtemps que ce traitement était inefficace? C'est que celui-ci était trop timide, que les doses de mercure administrées étaient souvent inconnues, et toujours insuffisantes. Le mercure agit selon la quantité de médicament utilisé par l'organisme; le seul moyen d'introduire les doses élevées nécessaires pour obtenir une action curative est de se servir de la méthode des injections intramusculaires.

Et déjà, en effet, bon nombre d'observations récentes sont venues démontrer la plus grande efficacité du traitement par les sels mercuriels employés à haute dose.

Les idées de M. Leredde seront certainement discutées. Mais elles ont le mérite d'être simples, clairement exprimées. La mise au point de l'état actuel des opinions sur deux maladies relativement fréquentes offre, en outre, un ebase solide, capable de donner confiance à ceux qui ne voudront pas se contenter d'essais thérapeutiques timides; ils n'hésiteront pas à donner du mercure jusqu'aux limites de la tolérance de l'organisme. Cependant, il ne faut pas l'oublier, si le mercure est un médicament, il est aussi un toxique.

Dr HENRY MEIGE.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 18 Janvier 1904.

1° Sciences mathématiques. — **M. Alph. Demoulin** démontre le théorème suivant : Pour démontrer qu'une série simplement infinie de surfaces constitue une famille de Lamé, il suffit d'établir que, parmi les déplacements infiniment petits d'un trièdre $M\,x\,y\,z$, il en existe un jouissant de cette propriété que le complexe linéaire correspondant renferme la droite d relative à ce trièdre. — **M. Ern. Pascal** étudie les systèmes complètement intégrables d'équations aux différentielles totales d'ordre supérieur. — **M. A. Wiman** démontre le théorème suivant : Soient $F(z)$ une fonction entière de genre p-1 et d'ordre apparent p, et $f(z)$ une fonction quelconque d'ordre apparent inférieur à p. Supposons, en outre, qu'il ne suffit pas, pour déterminer le genre de la fonction $F(z)$, de connaître le mode de croissance de son module maximum. Le genre de la fonction $f(z) + F(z)$ est alors dans tous les cas égal à p. — **M. J. Boussinesq** applique la théorie générale de l'écoulement des nappes aqueuses infiltrées dans le sol aux fortes sources des terrains perméables et, en particulier, à plusieurs de celles qui alimentent Paris. Il montre que, pour celles-ci, le bassin d'alimentation est très profond au-dessous de leur seuil. — **M. J. Richard** présente un cinémomètre différentiel enregistreur. — **M. M. Loewy** présente les premiers fascicules du « Catalogue photographique du Ciel », publiés par M. Trépied, directeur de l'Observatoire d'Alger.

2° Sciences physiques. — **M. R. Blondlot** a déterminé la dispersion et la longueur d'onde des rayons N par des méthodes semblables à celles qu'on emploie pour la lumière. Il a constaté l'existence de radiations dont les indices sont respectivement : 1,04; 1,19; 1,29; 1,36; 1,40; 1,48; 1,68; 1,86. Les longueurs d'onde correspondant aux 1e, 2e, 5e, 7e et 8e radiations sont respectivement : 0,00815 μ; 0,0099 μ; 0,0117 μ; 0,0146 μ; 0,0176 μ. — **M. R. Paillot** a constaté que les radiations émises par le bromure de radium diminuent la résistance électrique du bismuth. — **M. J. Duclaux** montre que la composition des colloïdes simples est définie lorsque le liquide qui les entoure est lui-même défini; toute modification de l'un entraîne une modification correspondante de l'autre. — **M. A. Hollard** a observé qu'avec une anode de platine *dépoli* les phénomènes de suroxydation qui se produisent dans le dépôt électrolytique du plomb restent constants quelle que soit la concentration. — **M. de Forcrand** critique quelques résultats de M. Kuriloff sur l'existence de certains peroxydes de zinc. — **M. A. Leclère** décrit une méthode de séparation de l'alumine et du fer basée sur la précipitation de l'alumine à l'état de formiate basique. — **M. L. Débourdeaux** indique une méthode volumétrique de dosage des chlorates, bromates et iodates basée sur ce fait que l'acide oxalique d'une solution renfermant à la fois, pour 100 centimètres cubes, 5 grammes de sulfate de manganèse et 12 centimètres cubes de H^2SO^4 est détruit par les acides chlorique et bromique avec formation d'HCl et d'HBr et par l'acide iodique avec mise en liberté d'iode. — **MM. L. Bouveault** et **G. Blanc**, en réduisant les amides par le sodium en présence d'alcool absolu, ont obtenu les alcools correspondants d'après l'équation : $R.CO.AzH^2 + 4Na + 4C^2H^5OH = R.CH^2OH + 4NaOC^2H^5 + AzH^3$; mais le rendement ne dépasse pas 25 à 30 %. — **MM. A. Seyewetz** et **Girello** ont reconnu que le trioxyméthylène en solution dans le sulfite de soude se transforme rapidement à l'ébullition en un mélange de composés de la classe des sucres où l'on peut caractériser la présence du formose et du glycérose. — **M. V. Grignard**, en faisant réagir sur les combinaisons RCO^2MgX les dérivés R_1MgX, a réalisé la synthèse d'alcools tertiaires $R.C(OH)R^2_1$. Il a ainsi préparé : le diéthylisoamylcarbinol, Eb. 83°-86° sous 15 millimètres; le phényldiéthylcarbinol, Eb. 101°-102° sous 11 millimètres. — **MM. M. Doyon** et **N. Kareff** ont constaté que l'injection de pilocarpine ou d'adrénaline chez le chien détermine la diminution et parfois la disparition du glycogène du foie.

3° Sciences naturelles. — **MM. Ferrus** et **Machart** apportent une nouvelle démonstration du fait que les tracteurs élastiques ménagent les forces du cheval. Pour des attelages à deux chevaux de l'artillerie traînant du matériel ordinaire, l'emploi de ressorts de traction convenables a permis d'augmenter de 20 à 25 % le poids des voitures, la longueur des parcours restant la même. — **MM. G. Moussu** et **J. Tissot** montrent que les glandes salivaires dépensent beaucoup plus pendant l'état d'activité que pendant l'état de repos, et que cette dépense se manifeste par un notable accroissement de l'absorption d'oxygène. — **M. Cluzet** a vérifié expérimentalement sa loi d'excitation des nerfs par décharge de condensateurs. — **M. V. Babès** a reconnu qu'il existe à la face et surtout à la base du crâne une région qui renferme un centre particulier en rapport intime avec les quatre extrémités et dont le dérangement dans une époque embryonnaire primitive détermine une transformation des quatre membres dans le sens d'un excès, d'un défaut ou d'une modification pouvant leur donner certains caractères d'une autre race ou espèce. — **MM. P. Ancel** et **P. Bouin** ont constaté que, chez le porc, l'apparition des caractères sexuels secondaires est sous la dépendance de la glande interstitielle du testicule. — **M. J. Dauphin** a observé que les rayons du radium arrêtent la croissance du mycélium du *Mortierella* et empêchent la germination de la spore; ils provoquent l'apparition de véritables kystes à l'intérieur des filaments. Soustrait à l'action du radium, le champignon peut germer à nouveau. — **M. Ed. Griffon** a reconnu que les feuilles de l'*Eucalyptus* n'ont pas une capacité transpiratoire énorme; c'est plutôt par son aptitude à produire très vite une masse de feuillage énorme que cet arbre joue un rôle important dans l'assainissement des terres marécageuses. — **MM. C. Vaney** et **A. Conte** ont constaté que le *Botrytis bassiana*, recueilli sur des vers à soie et épandu sur des feuilles de vigne, amène en très peu de temps la mort des larves d'Altises qui se nourrissent de ces feuilles. — **M. G. Cantin** a combattu le phylloxéra par la destruction de l'œuf d'hiver au moyen du lysol et a ainsi ramené en pleine prospérité des vignes considérées comme perdues. — **MM. P. Viala** et **P. Pacottet** établissent que les verrues de la vigne sont provoquées par un excès de lumière dans une atmosphère humide; c'est une réaction de défense, par développement de faux tissu palissadique, contre une chlorovaporisation et une transpiration exagérées. — **M. H. Arsandaux** a étudié un trachite à noséane trouvé au Soudan français. L'existence de cette roche montre la présence de roches éruptives dans cette région.

Séance du 25 Janvier 1904.

M. Calmette est élu Correspondant pour la Section de Médecine et de Chirurgie.

1° Sciences mathématiques. — M. **Em. Picard** communique ses recherches sur certaines solutions doublement périodiques de quelques équations aux dérivées partielles.

2° Sciences physiques. — M. **H. Becquerel** a constaté que certains sels d'uranium émettent de la lumière d'une façon continue et avec une intensité que leur faible radio-activité ne faisait pas prévoir. Cette luminosité semble être due à la phosphorescence excitée sur le sel actif lui-même par le rayonnement qu'émet la molécule d'uranium qu'il contient. — MM. **J. Dewar** et **P. Curie** ont observé que le bromure de radium pur, fondu et débarrassé de tous les gaz occlus, dégage dans le vide un gaz qui présente le spectre entier de l'hélium et pas d'autres lignes. — M. **Aug. Charpentier** a reconnu que les faisceaux de radiations physiologiques contenant des rayons *n* renferment certaines radiations qui ont la propriété d'être conduites par des fils métalliques. — M. **Lambert** a constaté qu'au cours de l'action des ferments solubles, en particulier de l'action des ferments digestifs sur les matières albuminoïdes, il se dégage des rayons *n*. — M. **A. Ponsot** démontre la loi suivante : Dans l'électrolyse d'un mélange de sels du même acide, dont l'un est électrolysé, le nombre total de molécules transportées ne dépend que de la nature et de la concentration du sel électrolysé. Il est indépendant de la présence des sels non électrolysés et de leur concentration. — M. **A. Brochet**, en électrolysant les chlorates de Ba, de Na et de Cu avec une anode en cuivre, a constaté que le cuivre se dissout en quantité plus grande qu'il ne se dépose sur la cathode du voltamètre. Ce fait résulte de ce qu'une partie du cuivre entre en solution sous forme de sel cuivreux. — M. **Ed. Defacqz**, en traitant entre 800° et 1400° un mélange de fluorure manganeux et de chlorure, bromure et iodure alcalino-terreux, a obtenu du fluorure alcalino-terreux et du chlorure, bromure et iodure de Mn. Le fluorure alcalino-terreux réagit aussi sur les chlorure, bromure et iodure en donnant des fluochlorure, fluobromure et fluoiodure. — M. **M.-E. Pozzi-Escot** signale une réaction colorée sensible de l'acide molybdique ; quand on y verse quelques gouttes d'une solution de tannin, il se produit une solution orange, tirant sur le rouge-cerise en solution concentrée, et sur le jaune en solution diluée. — M. **H. Henriet** apporte de nouveaux faits à l'appui de l'existence de l'aldéhyde formique dans l'air ; la quantité varie entre 1 et 3/100.000. — M. **Louis Henry** a préparé l'alcool isopropylique trichloré $Cl^3C.CH(OH).CH^3$ par l'action du chloral anhydre sur le composé magnésien de l'iodure de méthyle ; c'est un solide cristallisé fondant à 50°-51°. — M. **Ch. Moureu** a constaté que les éthers β-acétaliques $R.C(OC^2H^5)^2.CH^2.CO^2C^2H^5$ (obtenus par la condensation de l'alcool avec les éthers acétyléniques) perdent de l'alcool sous l'action de la chaleur en donnant des éthers éthyléniques β-oxyalcoylés $R.C(OC^2H^5) : CH.CO^2C^2H^5$. Ces composés sont hydrolysés par les acides en éthers β-cétoniques $R.CO.CH^2.CO^2C^2H^5$. — M. **M. Desfontaines**, en saponifiant les éthers β-méthylcyclopentanone-carboniques α-substitués, a obtenu les acides β-méthyladipiques α-substitués correspondants. — MM. **A. Guyot** et **Staehling** : Sur quelques dérivés du tétraméthyldiaminophényl-oxanthranol (voir p. 162). — M. **L. Maquenne** a reconnu que l'amylocellulose n'est pas un principe unique, mais un mélange de plusieurs produits de condensation différents, qui ont pour caractère commun de n'être pas colorables par l'iode et pour caractère distinctif d'offrir une résistance variable à l'action de l'amylase. — M. **J. Dumont** a étudié la répartition de la potasse entre les éléments fins et grossiers des terres arables.

3° Sciences naturelles. — MM. **P. Bouin** et **P. Ancel** établissent que c'est au manque de la glande interstitielle qu'il faut rapporter l'arrêt du développement des caractères sexuels mâles et la production de l'infantilisme testiculaire. — M. **G. Coutagne** présente ses recherches sur la corrélation des caractères susceptibles de sélection naturelle. — M. **J. Deschamps** étudie au point de vue analytique le phénomène de la vie oscillante et montre qu'il tend vers un régime régulier dont les limites et l'amplitude sont indépendantes de la quantité initiale du substance vivante mise en œuvre. — MM. **A. Laveran** et **F. Mesnil** ont examiné une nouvelle préparation de *Piroplasma Donovani* et confirment l'existence de formes endoglobulaires, qui ressemblent beaucoup à celles de l'Hématozoaire du paludisme. — MM. **M. Caullery** et **F. Mesnil** ont trouvé, dans la cavité générale d'un Térébellien, le *Polycirrus hæmatodes*, un organisme parasite nouveau, se rapprochant des Orthonectides, qu'ils nomment *Pelmatosphaera polycirri*. — M. **P. Vuillemin** montre la nécessité d'instituer un ordre des Siphomycètes et un ordre des Microsiphonées, parallèles à l'ordre des Hyphomycètes. — M. **Maur. Gomont** a étudié la végétation de quelques sources d'eau douce sous-marines de la Seine-Inférieure. Les Fucacées et les Corallines y manquent totalement. Les sources littorales ne renferment guère que des Ulvacées; les sources de mi-marée renferment plusieurs Gigartinées. — M. **A. Dangeard** n'a pas pu trouver de fécondation à l'origine du périthèce des *Ascobolus*. — M. **J. Laborde** a reconnu qu'il y a dans le vin, à l'état vivant, des races de ferments filiformes qui sont à la fois des ferments mannitiques et des ferments de la tourne bien caractérisés. — M. **L. de Launay** a cherché à établir les lois générales qui président à l'association ou à la séparation du fer et du phosphore dans les minerais de fer naturels. — M. **St. Meunier** signale l'exécution, à Saint-Louis du Sénégal, d'un forage atteignant actuellement 427 mètres de profondeur et qui a traversé, de 200 à 240 mètres, un calcaire blanc rempli de grosses Nummulites qui paraissent analogues aux *Nummulites laevigata* du calcaire grossier parisien.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 26 Décembre 1903.

M. **G. Bohn** pense que ce sont les rayons N accumulés dans les nappes d'eau saumâtre qui déterminent l'exaltation de la sensibilité lumineuse qu'on observe chez les organismes qui s'y trouvent plongés. — M. **M. Nicloux** montre que les substances autres que la glycérine qui peuvent réduire le bichromate dans le sang sont en quantité négligeable et n'influent pas sur le dosage de celle-ci. — MM. **J.-Ch. Roux** et **A. Laboulais** décrivent un procédé permettant de calculer la rapidité d'évacuation de l'estomac et d'apprécier l'abondance de la sécrétion gastrique. — M. **Ch.-A. François-Franck** a étudié les variations actives du volume de la rate par les procédés photographiques. Dans celles-ci, la plus large part doit revenir au tissu musculo-fibreux de la capsule, des gaines, des travées et des alvéoles spléniques. — MM. **R. Wurtz** et **A. Clerc** signalent un cas d'éosinophilie intense provoquée chez une femme par la *Filaria Loa*. — MM. **A. Gilbert** et **A. Lippmann** ont étudié la réaction agglutinante dans l'ictère. Pour eux, elle n'est pas due au passage dans le sang des éléments de la bile, mais elle constitue une réaction vraiment spécifique. — M. **L. Launoy** a constaté que, dans une cellule pancréatique en hyperactivité normale, les phénomènes de division nucléaire ont lieu suivant le mode amitotique. Dans le noyau de cette cellule, la chromatine, normalement hématéiphile et chlorophile, devient fuchsinophile et cyanophile.

Séance du 9 Janvier 1904.

M. **A. Giard** recherche la façon dont la castration agit sur les caractères sexuels secondaires et montre que les théories humorales sont incapables d'en rendre compte sans complications extraordinaires. — M. **J. Lefèvre** a constaté à nouveau qu'après un travail intense il se produit chez l'homme une hypothermie qui dure plusieurs heures; c'est probablement un processus de

repos et de réparation pour le système nerveux trophique. — M. **H. Vincent** signale un cas où la diète de sel a amélioré considérablement un hyperpepsique. — MM. **M. Doyon** et **A. Jouty** ont constaté que l'ablation des parathyroïdes chez l'oiseau détermine des accidents aigus absolument comparables à ceux qui ont été signalés chez le chien et le lapin. — M. **Ch.-A. François-Franck** a étudié l'action des muscles respiratoires à l'aide de la photographie instantanée et de la chronophotographie avec le magnésium à déflagration lente. Les muscles intercostaux internes et externes sont des agents actifs d'inspiration quand le besoin de leur intervention se fait sentir, soit dans les dyspnées, soit dans le type respiratoire costo-supérieur. — M. **L. Meunier** décrit une nouvelle méthode permettant l'étude de la motricité stomacale et le dosage des éléments du suc gastrique. — MM. **L. Richon** et **P. Jeandelize** ont observé que la lapine en gestation succombe à la thyroïdectomie en présentant les manifestations chroniques suivantes : persistance de la sécrétion lactée et non réapparition du système pileux sur l'abdomen. Dans une des expériences, une lapine avorta dans un demi-coma avec crise d'hypothermie après un travail d'environ trois jours. — M. **L. Azoulay** signale un cas d'audition et de représentation colorées réversibles. — M. **Capitan** a guéri une crise d'urémie grave chez un goutteux âgé par l'administration d'extrait de rein de porc en injections sous-cutanées. — M. **G. Loisel** critique les travaux récents d'Ancel et Bouin et refuse d'attribuer aux seules cellules interstitielles une fonction glandulaire qui a pour organes toutes les parties du testicule. — M. **J. Nageotte** a étudié la topographie et la forme de la bandelette externe de Pierret dans le tabes incipiens. — M. **G. Malfitano** indique le mode de préparation de tubes de Mette d'albumine et de gélatine gradués et stériles. — M. **M. Breton** montre que le colibacille, hôte normal de notre intestin, à tous les âges de la vie, exerce une action adjuvante sur la digestion tryptique, et que cette action est prédominante dans le très jeune âge, alors que les sucs normaux ne possèdent encore qu'une faible activité. — M. **Ch. Porcher** a trouvé, sur quatre urines de vache prises au hasard, que trois étaient absolument alcalines et la quatrième moins nettement. — M. **H. Cristiani** décrit un aéroscope bactériologique pouvant s'adapter aux différents tubes de culture. — M. **P. Remlinger** a constaté que la muqueuse pituitaire est capable d'absorber le virus rabique. — Le même auteur a reconnu que le rat et la souris sont très réceptifs pour la rage; mais il n'est pas impossible que, mordus par un chien ou un chat enragés, ils ne guérissent de leurs lésions.

Séance du 16 Janvier 1904.

M. **G. Linossier** déduit de ses expériences que l'ingestion avec le repas d'un excès de sel provoque une diminution de l'acidité chlorhydrique du contenu gastrique. — M. **Ch. Garnier** a observé la présence de formations ergastoplasmiques dans les cellules épithéliomateuses d'une tumeur primitive du foie. — M. **H. Gros** a trouvé en Algérie, sur des *Anopheles* vivants, des larves hexapodes d'Acariens. — M. **Bigart** a obtenu l'apparition d'œdème chez les lapins par ligature des uretères et injection intra-veineuse d'ovalbumine. — MM. **L. Bernard** et **Bigart** ont constaté que les lésions des surrénales sont constantes dans l'intoxication saturnine expérimentale et relèvent d'un type morphologique spécial, traduisant la suractivité fonctionnelle de l'organe, l'hyperépinéphrie. — M. **A. Marmorek** montre comment on peut constater la présence de bacilles tuberculeux dans un liquide par la tuberculine-réaction précoce. — M. **L. Lortat-Jacob** a reconnu que la thyroïdectomie partielle, chez des lapines en gestation, a permis la survie des mères, mais a déterminé l'avortement dans un délai variable. — M. **E. Wahlen**, en inoculant des cobayes avec des produits tuberculeux peu virulents, a observé une sorte de vaccination spontanée partielle au cours de la maladie. — M. **J. Rehns** a constaté que les anticorps et antigènes, soumis à l'action des vapeurs du formol, perdent toutes leurs propriétés. — Le même auteur montre que les propriétés antihémolytiques des sérums normaux sont dues principalement à une substance autre que les anticorps. — MM. **M. Doyon** et **N. Kareff** ont observé que l'adrénaline, injectée dans la veine porte du chien, détermine la diminution et parfois la disparition du glycogène du foie. — MM. **J. Sabrazès** et **L. Muratet** ont reconnu que le Trypanosome de l'Anguille se reproduit par segmentation longitudinale; mais la division n'est pas égale : l'individu-fille est beaucoup plus petit que l'individu-mère.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE NANCY

Séance du 14 Décembre 1903.

M. **Aug. Chevalier** a constaté que l'organisme est une source de rayons *n*, et que les tissus musculaires et nerveux en émettent d'autant plus qu'ils sont en état de fonctionnement plus actif. — MM. **P. Ancel** et **P. Bouin** ont reconnu que les cellules interstitielles constituent dans leur ensemble un organe caractéristique de la glande sexuelle mâle, qui joue dans l'organisme une double action, locale et générale, la dernière probablement par voie de sécrétion interne. — MM. **L. Richon** et **P. Jeandelize** ont observé que la castration et l'ovariotomie totales mettent un obstacle au développement des organes génitaux externes chez le jeune lapin. La résection des canaux déférents maintient, au contraire, le développement normal de ces organes (les cellules interstitielles étant conservées). — M. **L. Bruntz** a constaté l'existence, chez les Phalangides, d'organes phagocytaires jouissant de la propriété de capturer les particules solides d'encre de Chine injectées dans la cavité générale. — M. **Th. Guilloz** donne l'interprétation d'une illusion radiographique. — M. **P. Bouin** décrit une technique nouvelle pour la fixation et le traitement ultérieur des œufs de Salmonides.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séance du 5 Janvier 1904.

MM. **M. Coyne** et **M. Cavalié** ont étudié les lésions de la substance corticale du rein dans l'intoxication aiguë par la cantharidine ou par l'antipyrine. Les modifications les plus prononcées sont la décapitation des cellules épithéliales des *tubuli contorti*. — M. **M. Cavalié** a étudié les chromoblastes du tégument externe dorsal du *Torpedo Galvani*. — M. **J. Chaine** a observé, chez l'Oryctérope du Cap, une forme régressive du muscle dépresseur de la mâchoire inférieure, formant le passage du muscle au tendon.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 15 Janvier 1904.

M. **A. d'Arsonval** devient président pour l'année 1904. M. **H. Dufet** est élu vice-président, M. **P. Langevin** vice-secrétaire. — M. **C. Gariel** résume les travaux accomplis par la Société en 1903. — M. **C. Tissot** présente ses recherches *sur l'effet enregistré par le détecteur magnétique*. A la suite d'une série d'expériences exécutées avec le dispositif de Rutherford et le détecteur magnétique à champ variable, il avait été amené à conclure [1] : 1° Que c'est l'hystérésis ordinaire qui est affectée par l'action de l'onde; 2° Que l'appareil est sensible à l'*intensité maxima*. Le premier point se trouve confirmé par la récente étude méthodique que M. Maurain a faite du phénomène. L'emploi du bolomètre lui a permis d'établir nettement la seconde proposition en opérant sur des systèmes placés à distance

[1] *Soc. de Physique*, 20 février 1903.

(plusieurs kilomètres), par la comparaison des effets obtenus en faisant agir sur le détecteur magnétique des émissions de même période et d'amortissements différents. Il est possible de satisfaire à ces conditions d'une manière très simple en se servant à la transmission, d'une part du système direct, d'autre part d'un système indirect à circuit de décharge indépendant. Le bolomètre permet de se placer dans les conditions de résonance, et par suite de réaliser aisément des systèmes directs ou indirects de période identique. Si l'on produit des émissions directes avec une antenne de forme et de longueur invariables, et que l'on fasse varier progressivement la longueur de l'antenne réceptrice, on obtient un maximum très net dans les indications du bolomètre pour une valeur déterminée de la longueur de l'antenne de réception. En particulier, lorsque les antennes en présence sont identiques (antennes simples quasi-verticales, par exemple), le maximum des indications du bolomètre se produit quand les antennes d'émission et de réception sont égales. Pour réaliser un système indirect qui fournisse des oscillations de même période, on conserve des antennes identiques à l'émission et à la réception, et l'on excite l'antenne d'émission par un dispositif Blondlot. En faisant varier progressivement la capacité du circuit de décharge, ou circuit primaire de l'excitateur, on obtient un maximum extrêmement marqué dans les indications du bolomètre pour une valeur déterminée de la capacité. Les systèmes direct A et indirect B, ainsi déterminés, donnent vraisemblablement des émissions de même période. La comparaison des effets produits sur le détecteur magnétique a été faite de deux manières différentes : 1° A égalité de wattage au primaire d'excitation. Les émissions A donnaient des signaux très intenses au téléphone du détecteur magnétique. La lecture en était aussi facile que si l'on avait entendu l'étincelle même éclater dans la pièce voisine. Les émissions B donnaient des signaux lisibles, mais faibles (comparables à ceux que l'on obtient à une trentaine de milles de distance) ; 2° A égalité d'énergie reçue par l'antenne, c'est-à-dire pour des indications identiques du bolomètre. Pour obtenir des indications identiques au bolomètre avec les systèmes d'émission utilisés, on réduisait progressivement le wattage d'excitation (en même temps que la longueur de l'étincelle) pour le système indirect. Les émissions A donnant des signaux très intenses, les émissions B ne donnent plus que des signaux extrêmement faibles et *à peine* lisibles. Comme les émissions directes A sont beaucoup plus amorties que les émissions indirectes B, l'expérience paraît établir, au moins d'une manière qualitative, que le détecteur magnétique est sensible au *maximum de l'intensité*. Les résultats d'observation exposés dans un précédent travail[1] avaient amené M. Tissot à admettre que le cohéreur est sensible à la *force électro-motrice maxima*. Les considérations suivantes justifient cette manière de voir : On sait que, si l'on intercale à la réception un petit transformateur sans fer de dimensions convenables (jigger de M. Marconi), on améliore notablement les résultats de la réception sur cohéreur. Si l'on dispose le bolomètre sur le secondaire de ce transformateur à la place du cohéreur, on obtient des déviations beaucoup plus faibles que lorsque le bolomètre est intercalé directement dans le circuit. Le *jigger* agit donc bien en produisant une élévation de tension. Or l'effet exercé sur le détecteur magnétique est de beaucoup réduit quand on intercale le détecteur sur le secondaire du jigger. — M. le Cᵗ **R. Bourgeois** expose les premiers résultats de la *Mission géodésique française à l'Equateur*. Pour l'organisation et le programme de la Mission, nous renvoyons à l'article précédemment publié ici même[2]. L'année 1901 a été consacrée aux opérations fondamentales : mesure de la base centrale à Riobamba, des latitudes des extrémités de l'arc, de l'azimut fondamental, et à la détermination de l'intensité de la pesanteur à la station centrale. En même temps, on procédait à la construction de signaux entre Riobamba et l'extrémité nord. On a procédé, pendant les années 1902 et 1903, à toutes les mesures géodésiques et astronomiques relatives à ce tronçon, et l'on a pu entamer le tronçon sud, de Riobamba à Payta, en novembre 1903 ; les années 1904 et 1905 y seront employées. Actuellement, on est déjà en possession des résultats de la mesure de la base fondamentale, ainsi que de ceux de quelques stations magnétiques et de la valeur de l'intensité de la pesanteur à Riobamba. Les résultats des mesures de bases donnent lieu à des conclusions intéressantes au point de vue de la métrologie. Ils montrent nettement les avantages que l'on retirera de l'emploi des fils en métal invar Guillaume dans la mesure des bases. La mesure d'intensité de la pesanteur à Riobamba présente un intérêt particulier. Toutes réductions faites, la valeur de g à Riobamba (altitude : 3.000 mètres environ) est de 9,774.15 ; réduite au niveau de la mer au moyen de la formule de Bouguer, c'est-à-dire en tenant compte de l'attraction de la masse de terrain comprise entre la station et la surface du niveau zéro, elle devient 9,780.31, et réduite au niveau de la mer en ne tenant compte que de l'altitude et en supprimant le second terme, ainsi que le demandent certains géodésiens, elle prend la valeur 9,783.35. Or la formule de M. Helmert de 1901 donne comme valeur calculée, pour la latitude de la station de Riobamba (1° 40′ Sud), $g =$ 9,780.47, valeur qui s'accorde tout à fait avec les observations réduites au moyen de la formule de Bouguer, tandis que le résultat obtenu en ne tenant compte que de l'altitude présente un excès de 288 unités du 5ᵉ ordre, tout à fait inexplicable et anormal. Il semblerait donc, du moins d'après cette première valeur, que les compensations mises en évidence dans la chaîne de l'Himalaya ne se produiraient pas dans la Cordillière des Andes.

[1] *C. R. de l'Acad. des Sc.*, 23 novembre 1903.
[2] *Revue gén. des Sc.* du 15 août 1900, p. 915.

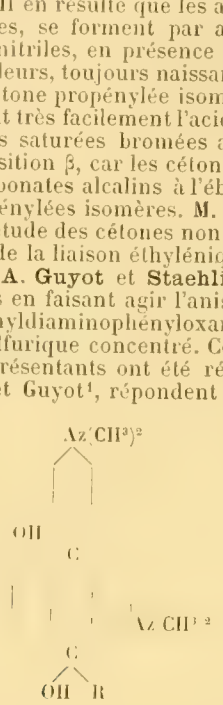
SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

SECTION DE NANCY

Séance du 20 Janvier 1904.

M. J. Minguin fait part de ses recherches sur la stéréoisomérie dans les éthers camphocarboniques substitués et l'acide méthylhomocamphorique. Il décrit ensuite l'éthylidènecamphre, obtenu, comme le méthylènecamphre, en partant de l'éther camphocarbonique substitué correspondant, qu'on brome et qu'on saponifie ensuite par la potasse. Il fait remarquer que le pouvoir rotatoire de ce composé est bien supérieur au pouvoir rotatoire du dérivé saturé, l'éthylcamphre. — **M. G. Favrel** a démontré antérieurement que les chlorures diazoïques, mis en présence des alcoylacétylcétones, donnent les hydrazones des éthers cyanoxaliques. Une réaction du même genre se produit quand on fait réagir les chlorures diazoïques sur les éthers acétylacétiques chlorés α. Les corps qui prennent naissance doivent être, vraisemblablement, regardés comme les hydrazones particulières dérivant du chloroxalate d'éthyle. Il a pu ainsi obtenir : la phénylhydrazone du chloroxalate d'éthyle, fondant à 74°-75° et 103°-104° ; la phénylhydrazone du chloroxalate de méthyle, fondant à 95°-96° ; l'ortho et la para-toluylhydrazones du chloroxalate d'éthyle, fondant à 57°-59° et 138-140° ; la diphénylhydrazone du chloroxalate d'éthyle, se décomposant vers 300° sans fondre ; la ditolyldihydrazone du chloroxalate d'éthyle fondant à 192°-194° ; la dianisyldihydrazone du chloroxalate d'éthyle, fondant à 152°-154°. Le zinc-méthyle réagit sur la phénylhydrazones du chloroxalate d'éthyle et donne un corps fondant à 92°-94°, bien cristallisé, ayant sensiblement la composition de la phénylhydrazone du pyruvate d'éthyle, mais n'en ayant pas le point de fusion (117°). Ce corps peut être une combinaison équimoléculaire des deux phénylhy-

drazones α et β du pyruvate d'éthyle. — M. **E.-E. Blaise** expose ses recherches sur les cétones non saturées. Ces recherches ont été entreprises pour vérifier l'influence de la liaison éthylénique sur le caractère électronégatif de l'hydrogène. Il en résulte que les allylalcoylcétones, encore inconnues, se forment par action de l'iodure d'allyle sur les nitriles, en présence de zinc. La réaction donne, d'ailleurs, toujours naissance à une certaine quantité de la cétone propénylée isomère. Les alcoylallylacétones fixent très facilement l'acide bromhydrique. Dans les cétones saturées bromées ainsi obtenues, le brome est en position β, car les cétones bromées, traitées par les carbonates alcalins à l'ébullition, donnent les cétones propénylées isomères. M. Blaise se propose de développer l'étude des cétones non saturées et d'étudier l'influence de la liaison éthylénique sur leurs propriétés. — MM. **A. Guyot** et **Staehling** décrivent les produits obtenus en faisant agir l'anisol et le phénétol sur le tétraméthyldiaminophényloxanthranol en présence d'acide sulfurique concentré. Ces produits, dont les premiers représentants ont été récemment décrits par MM. Haller et Guyot[1], répondent à la formule générale :



Le produit de condensation avec l'anisol est une poudre cristalline blanche, fondant à 176°, très soluble dans le benzène, peu dans l'alcool et l'éther, répondant à la formule $C^{31}O^{3}H^{32}Az^{2}$, confirmée par l'analyse et la cryoscopie. Il réagit sur l'hydroxylamine et la phénylhydrazine avec élimination de deux molécules d'eau, en donnant : d'une part, des cristaux blancs solubles dans le benzène et l'alcool chaud, fondant à 203°, et, d'autre part, des cristaux jaunes, solubles dans le benzène, peu dans l'alcool, et fondant à 213°. On obtient de même avec le phénétol, à l'état cristallisé, et présentant des solubilités de même espèce et de même ordre, les produits correspondants, fondant respectivement à 175°, 186° et 208°. MM. Guyot et Staehling se proposent de poursuive cette étude.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 22 Janvier 1904.

M. **W. Bennett** montre que la plupart des propriétés du faisceau astigmatique normal et les variations de forme de sa section transversale peuvent se déduire simplement de la considération des projections de ses rayons sur deux plans, dont chacun est perpendiculaire à l'une des deux lignes focales. La projection des rayons est concourante dans chaque cas. Les rayons interceptés par un fil droit perpendiculaire à l'axe constituent une suite de génératrices d'un paraboloïde hyperbolique; la section de cette surface par un autre plan est une hyperbole ou une parabole. Si le fil n'est pas perpendiculaire à l'axe, la surface d'ombre est un hyperboloïde à une feuille; la section par un plan quelconque est, en général, une hyperbole, qui est rectangulaire quand le plan est perpendiculaire à l'axe, et qui se réduit à deux lignes droites quand le plan passe par l'une des lignes focales. Le Mémoire se termine par une méthode simple pour trouver, par le moyen des flèches, les positions des lignes approximatives produites dans un petit faisceau réfracté obliquement par une lentille. — M. **R. W. Wood** étudie certains types d'interférence de la lumière. Il montre que les couleurs des plaques mixtes sont dues tout simplement à la diffraction. Par contre, dans le cas de pellicules transparentes déposées sur des surfaces parfaitement réfléchissantes, qui, d'après la théorie élémentaire, ne devraient pas présenter de couleurs d'interférence, on observe, dans certaines conditions, des couleurs beaucoup plus brillantes que celles des bulles de savon. Dans d'autres conditions, en employant une lumière mono-chromatique polarisée, on obtient des franges très curieuses, qui résultent de l'interférence entre la vibration elliptique venant de la surface du métal et la vibration plane polarisée réfléchie par la surface de la pellicule transparente. — M. **S. Skinner** a étudié l'action des rayons du radium sur la plaque photographique. L'intensité de l'image développée augmente rapidement jusqu'à un maximum avec l'augmentation de la durée d'exposition; puis elle diminue, d'abord rapidement, et ensuite très lentement jusqu'à un stade où il ne se forme pratiquement aucune image sombre par développement. Les images d'étincelles peuvent être annulées, puis renversées par l'action prolongée des rayons du radium. — M. **W. A. Price** présente des commutateurs, galvanomètres et potentiomètres construits par MM. Crompton et Cie.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE LONDRES

Séance du 7 Décembre 1903.

M. **J. Grossmann** étudie les conditions actuelles de l'industrie des cyanures. Au point de vue technique, l'une des plus grandes difficultés rencontrées par les fabricants consiste dans la purification des cyanures, qui sont généralement mélangés de sulfo et de ferrocyanures, de sulfures et de carbonates. Toutefois, il est très aisé de convertir un cyanure impur en un ferrocyanure très pur, et s'il était possible de retransformer à bon compte ce dernier en cyanure, on réaliserait un grand progrès dans cette fabrication. L'auteur propose, pour cela, de traiter le ferrocyanure par l'acide sulfurique; il se dégage de l'acide cyanhydrique, qui est neutralisé par la soude, et il reste du ferrocyanure ferreux, qui est retransformé en ferrocyanure par l'action de la soude et d'un courant d'air. Les équations suivantes rendent compte des réactions :

$$2Na^4Fe(CAz)^6 + 3H^2SO^4 = 6HCAz + Na^2Fe^2(CAz)^6 + 3Na^2SO^4,$$

$$3Na^2Fe^2(CAz)^6 + 6NaOH + yO = 3Na^4Fe(CAz)^6 + Fe^2O^3 + y + 3H^2O,$$

$$NaOH + HCAz = NaCAz + H^2O.$$

Le Na^2SO^4 formé comme produit accessoire peut être électrolysé en soude et acide sulfurique ou être employé à la préparation même du cyanure d'après la réaction :

$$2HCAz + Ca(OH)^2 + Na^2SO^4 = 2NaCAz + CaSO^4 + 2H^2O.$$

SECTION DE MANCHESTER

Séance du 4 Décembre 1903.

M. **O. Guttmann** étudie les récents progrès de la fabrication de l'acide sulfurique et leurs conséquences. Il pense que le vieux procédé des chambres de plomb pourra encore longtemps lutter contre les procédés de contact si les fabricants se décident à introduire dans leurs installations les plus récentes améliorations. Pour lui, la meilleure installation doit consister en ceci : brûleurs mécaniques continus, bonnes chambres à poussières et filtres à poussières efficaces, ventilateur amenant des quantités d'air déterminées aux brûleurs, et peut-être un second pour conduire SO^2 à la tour de

[1] *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 16.

Glover et dans une chambre tangentielle; une série de tours intermédiaires et de chambres tangentielles avec ventilateurs lents; ventilateur conduisant dans les deux premières tours de Gay-Lussac; eau atomisée fournie à chaque chambre; ascension automatique des acides dans les tours. Toute la machinerie serait commandée électriquement et la force nécessaire produite par un moteur à gaz alimenté par un générateur de gaz Mond, donnant également le combustible pour la concentration.

SECTION DE NEWCASTLE

Séance du 5 Novembre 1903.

M. **S. H. Collins** communique les résultats de 984 analyses de laits purs du nord de l'Angleterre, au point de vue de la quantité de graisses et de solides non gras. Le minimum légal, arrêté d'après des analyses de laits de vaches du sud de l'Angleterre, est de 3 °/₀ pour les graisses et de 8,5 °/₀ pour les solides non gras. Or, dans les analyses de l'auteur, 96 laits sur 984 (soit près de 10 °/₀) ont été au-dessous de ce minimum. Le lait du Nord est donc moins riche que celui du Sud.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Séance du 8 janvier 1904.

M. **E. Warburg** présente sa théorie du passage des rayons cathodiques à travers les métaux, théorie mettant en lumière les points suivants : 1° Les centres de force que présente l'aluminium traversé par des rayons cathodiques agissent sur les électrons avec une force inversement proportionnelle à la 1,45^{me} puissance de la distance ; 2° Tout électron, en frappant un centre de force dans l'aluminium, perd en moyenne 4 °/₀ de sa vitesse ; 3° Les parcours libres moyens des électrons dans l'aluminium sont proportionnels à la 8,9^{me} puissance de la vitesse ; pour la vitesse correspondant à un potentiel de décharge de 15.800 volts, ce parcours libre est de 0,0018^{mm}. La théorie de l'auteur, qui se base sur des hypothèses analogues à celles qu'on formule dans la théorie cinétique des gaz, s'applique également à la réflexion des rayons cathodiques. — M. **H. Starke** résume sa théorie des phénomènes que présente la conduction de l'électricité à travers les flammes. Dans le cas où la flamme proprement dite contient deux électrodes non incandescentes, l'auteur pense que l'ionisation pénètre le volume de la flamme tout entier, au lieu de se limiter à la surface des électrodes; ce serait en raison de la grande vitesse des ions négatifs que la chute des potentiels se limite à la cathode pour sa plus grande partie. Or, le fait que le courant traversant la flamme pour les différences de potentiel supérieures se compose de deux portions, dont l'une est proportionnelle à la différence de potentiel alors que l'autre en est indépendante, a été avancé pour réfuter les vues de l'auteur. Mais cette contradiction apparente disparaît si l'on suppose que l'état de saturation ne se produit dans l'espace conducteur qu'au moment même ou la différence de potentiel est appliquée; aussitôt que la distribution des potentiels limitant la presque totalité de la chute de potentiel à la cathode est réalisée, l'état de saturation ne sera établi qu'à proximité de la cathode, où les ions présentant une petite densité se meuvent avec une extrême rapidité, tandis que, dans le reste de l'espace, la lenteur du mouvement des ions peut donner lieu à des recombinaisons. Dans cette hypothèse, le courant traversant la flamme, par exemple le courant de particules positives dirigé vers la cathode, comprendrait d'abord toutes les particules positives engendrées dans la région à chute de potentiel élevée (ce serait là le courant de saturation de cette région), puis une portion des ions positifs engendrés en dehors de cette région et qui constituent le courant non saturé du reste de l'espace de la flamme; c'est cette dernière portion qui s'accroîtrait avec la force électro-motrice appliquée. ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 10 Décembre 1903.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **R. Daublebsky von Sterneck** : Sur le plus petit nombre de cubes dont un nombre quelconque inférieur à 40.000 puisse être composé. — M. **Ph. Forchheimer** a remarqué que, dans des conduites à fond plat, peu profondes et abruptes, l'eau ne coule pas uniformément avec une surface à peu près plane, mais par bonds, en formant des ondulations retombant rapidement, de sorte que le profil en longueur de l'eau ressemble à des dents de scie. Ces ondes se meuvent plus rapidement que le liquide.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. **J. Puluj** montre comment le travail donné par un moteur à courant tournant peut être représenté par une courbe sur le diagramme circulaire de Heyland. — M. **E. Bandl** : Sur une forme de la décharge ordinaire par étincelle résultant d'une certaine direction de courant. — M. **J. Billitzer** cherche à compléter la théorie des phénomènes électro-capillaires de Helmholtz par la considération d'un facteur jusqu'à présent négligé : la variation de la tension de solution d'un métal avec sa tension superficielle. L'équation complétée de la courbe électrocapillaire est celle d'une parabole. — M. **F. Kirchbaum** a fait agir le carbonate de potasse sur l'isobutyraldéhyde. Il se forme à froid d'abord de l'isobutyraldol, puis, en quantité d'autant plus grande que la réaction dure plus longtemps, l'éther monoisobutyrique de l'octoglycol correspondant à l'aldol. A chaud, la transformation de l'aldol en éther se fait très rapidement.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. **M. Probst** a étudié les lésions des fibres cérébrales à la suite d'une hémiplégie du cerveau. Après la destruction des fibres pyramidales chez l'homme, il y a toujours une paralysie durable, tandis que, chez l'animal, il n'y a pas de paralysie motrice parce que, chez lui, les trajets moteurs de la coiffe agissent comme suppléants. La contracture hémiplégique, ainsi que le retour limité des mouvements actifs dans les membres paralysés, sont attribuables à l'action de fibres pyramidales conservées, et principalement aux voies motrices allant de la coiffe aux cellules de la corne antérieure de la moelle.

Séance du 17 Décembre 1903.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **W. Wirtinger** montre que les intégrales de la forme

$$\sqrt[12]{\Delta}\int_{(\lambda,\mu)} \pi\, \sigma_{\lambda\mu}^{k_{\lambda\mu}}(u)\,du \quad (\Sigma x_{\lambda\mu}=0),$$

étendues entre deux périodes n^{es}, forment un système remarquable de transcendantes, dont la série hypergéométrique pour $n=2$ est le cas le plus simple. En particulier, ces fonctions satisfont à des équations différentielles homogènes linéaires de degré n^2, dont les coefficients sont des fonctions modulaires de n^e degré. — M. **H. Barvik** : Sur quelques intégrales d'Euler. — M. **E. Waelsch** : Sur l'analyse binaire (III).

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. **J. Sahulka** explique le magnétisme terrestre en admettant que les couches atmosphériques supérieures ne tournent pas avec la Terre; comme elles sont électrisées positivement, elles agissent comme des courants qui iraient de l'Est à l'Ouest. L'aurore polaire serait causée par un échange d'électricité entre la Terre et les couches supérieures de l'atmosphère. — M. **G. Jager** rappelle que, si l'on fait tomber une goutte de gomme gutte à la surface de l'eau, elle se répand en formant un cercle. Si l'eau est animée d'un mouvement de rotation et que l'on fasse tomber la goutte excentriquement à la surface, il se forme une belle spirale régulière avec plusieurs enroulements. L'auteur explique la cause de ce phénomène. — M. **O. Tumlirz** : Le rayonnement total de la lampe Hefner. — M. **C. Doelter** a cherché à adapter le microscope pour l'examen des cristallisations de Leh-

mann à l'étude des silicates fondus; pour la fusion, il se sert de la chaleur dégagée par un courant électrique. Par ce moyen, il a constaté que la fusion d'un mélange de silicates est plutôt une dissolution du silicate le moins fusible dans le plus fusible. — M. **M. Rix** a obtenu, en faisant agir sur le bromure de triméthylène beaucoup d'eau à une température inférieure à 50°, du triméthylène-glycol; peu d'eau à une température élevée : de l'acétone, de l'aldéhyde propionique et leurs produits de condensation. On obtient les mêmes produits par action de H^2SO^4 ou de HCl dilués à 170°-220°. Il est possible qu'il se forme, comme produit intermédiaire, du propylène-glycol. — M. **M. von Schmidt** a constaté que l'*acide phellonique*, retiré du liège par Kugler, est un acide monobasique saturé $C^{22}H^{42}O^3$. Il fournit avec HI un acide iodophellonique qui, chauffé avec Zn + HCl en solution alcoolique, donne l'éther éthylique d'un *acide isophellonique*. Par fusion de l'acide phellonique avec KOH, il se forme un *acide phellogénique* bibasique $C^{21}H^{40}O^4$. L'auteur montre, d'autre part, l'improbabilité de la nature de glycéride attribuée par Kugler à la substance du liège, la quantité de glycérine qu'on en extrait étant incommensurable par rapport à celle des acides gras. — MM. **J. Liebschutz** et **F. Wenzel**, en condensant l'éther monométhylique de la phloroglucine qui renferme un OH libre en para par rapport à H non substitué du noyau benzénique avec l'aldéhyde salicylique en présence de HCl, ont obtenu un dérivé de la fluorone, la 5 : 7-diméthyl-8-oxyfluorone; par réduction de celui-ci, on obtient un leuco-dérivé. — MM. **A. Schreier** et **F. Wenzel** ont étudié la faculté de réaction des divers dérivés substitués de la phloroglucine pour la formation de la fluorone.

LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 28 *Novembre* 1903 (*Suite*).

SCIENCES NATURELLES. — M. **C. Winkler** et **G. A. van Rynberk** : *Sur l'accroissement des champs latéraux des dermatomes du torse sur la partie caudale de l'extrémité supérieure.* Une étude régulière des dermatomes de l'extrémité supérieure comporte de très grandes difficultés, comme l'a constaté pour la première fois M. Sherrington dans son travail magistral. La première difficulté est de caractère technique. Pendant l'accroissement de l'extrémité, les dermatomes adjacents du cou et du torse se transforment, de manière que leurs domaines s'enchevêtrent et ne peuvent être isolés les uns des autres qu'en coupant un grand nombre de racines postérieures adjacentes. Ainsi l'opération devient assez difficile, de plus longue durée, et en même temps les dangers augmentent, d'abord à cause de la proximité de la moelle allongée, ensuite par la présence des grands vaisseaux veineux périmédullaires. La seconde difficulté est en rapport avec les variations personnelles. Chez le chien, ce ne sont pas toujours les mêmes dermatomes qui couvrent la patte de devant. Ordinairement, les racines postérieures 5 à 11 se chargent de l'innervation de cette extrémité; mais il y a des cas où ce sont les racines 4 à 10 ou bien 6 à 12. Pour cette raison, deux racines de même rang ne sont pas toujours équivalentes. Comme Sherrington et Bolk, les auteurs ont toujours tracé, sur les extrémités de devant, les diamètres dorsal et ventral; de plus, ils se sont servi d'un artifice assez simple. Après avoir isolé un dermatome d'un animal en expérience et dessiné sur la peau même les limites des zones insensibles, ils le photographient dans plusieurs positions. Après avoir obtenu ainsi les photographies nécessaires pour le contrôle, l'animal est tué et la peau, avec le dessin qu'elle porte, est préparée d'une manière méthodique et étendue pour pouvoir être comparée avec d'autres exemplaires. Description détaillée du procédé et de plusieurs expériences. Conclusions : 1° Les dermatomes 10 et 11 et leurs parties caudales s'appliquent sur les dermatomes postérieurs; 2° Les parties ventrales et dorsales deviennent de plus en plus petites et insignifiantes; les parties latérales seules se retrouvent à l'extrémité de la patte.

Séance du 19 *Décembre* 1903.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **A. Mont**, de Tehuacan (Mexique), a envoyé un Mémoire sur *la duplication du cube*. Sont nommés rapporteurs MM. Korteweg et Schoute.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. H. Haga communique au nom de MM. **G. van Dijk** et **J. Kunst** : *Une détermination de l'équivalent électrochimique de l'argent.* Les valeurs trouvées pour l'équivalent électrochimique de l'argent sont :

Mascart (1884)	0,011156
Kohlrausch (F. et W.) (1884)	0,011183
Lord Rayleigh et Mme Sidgwick (1884)	0,011179
Pellat et Potier (1890)	0,011192
Kahle (1898)	0,011183
Patterson et Guthe (1898)	0,011192
Pellat et Leduc (1903)	0,011195

La différence entre ces résultats a engagé les auteurs à entreprendre une nouvelle détermination du nombre en question avec des précautions extraordinaires. Le courant a été mesuré au moyen de la boussole des tangentes. Deux boussoles ont été employées, l'une ayant comme fil conducteur une lame de cuivre, soutenue par un châssis en bois, l'autre un fil mince de cuivre, tendu sur un disque de marbre. L'intensité horizontale du magnétisme terrestre a été déterminée par la méthode bifilaire magnétométrique de Kohlrausch. L'intensité du champ magnétique des lieux d'installation des boussoles des tangentes et du magnétomètre bifilaire a été comparée au moyen du variomètre-local de Kohlrausch. Cet instrument servait en même temps pour mesurer les variations diurnes de l'intensité horizontale, pendant sa détermination et le passage du courant. L'influence instrumentale des magnétomètres unifilaires et de l'autre partie des boussoles des tangentes était infiniment petite. En ce qui concerne le voltamètre, les conditions indiquées dans le *Reichsgesetzblatt* du 6 mai 1901 (p. 127) ont été suivies. La masse d'argent déposée était d'environ 1 gramme, l'intensité du courant de 0,30 à 0,45 ampères, la durée du courant de 48 à 32 minutes. Deux voltamètres étaient disposés en série dans le courant. Ont été faites en tout 24 déterminations, 12 avec chaque boussole. La valeur moyenne de l'équivalent électrochimique trouvé au moyen de l'une des boussoles est 0,011.1816, de l'autre 0,011.1821. La moyenne de toutes les déterminations est 0,011.1818 (± 0,000.0004 = erreur moyenne). D'après les auteurs, l'erreur de ce résultat n'est pas supérieure à une unité sur dix mille. — Ensuite M. Roozeboom présente, au nom de M. **A. Smits** : *La forme de la courbe de solubilité dans le domaine des températures critiques des mélanges binaires.* Seconde communication (*Rev. gén. des Sc.*, t. XIV, p. 1175). Ici l'auteur indique la succession des sections (p, x) de la surface (p, x, t) avec la température; son travail est illustré par plusieurs figures dont quelques-unes sont assez compliquées. — Enfin, M. Roozeboom présente la thèse de M. **A. Stoffel** : « Onderzoek over binaire en ternaire alliages van tin, bismuth, cadmium en lood » (Recherches sur des alliages binaires et ternaires d'étain, de bismuth, de cadmium et de plomb).

P. H. SCHOUTE.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

PARIS. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

15e ANNÉE N° 4 29 FÉVRIER 1904

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

O. Callandreau. — La science astronomique vient de faire une grande perte en la personne de M. O. Callandreau, membre de l'Institut et du Bureau des Longitudes, décédé le 13 février. La *Revue* consacrera prochainement une Notice détaillée à la vie et à l'œuvre de l'éminent savant.

M. Duchesne-Fournet. — Nous enregistrons avec regret la mort d'un jeune explorateur, M. Jean Duchesne-Fournet, qui, récemment revenu d'une exploration en Ethiopie, très fructueuse au point de vue scientifique, a succombé, le 27 janvier, aux suites des fièvres contractées au cours de ce voyage.

Né à Lisieux en 1875, Jean Duchesne-Fournet, fils d'un sénateur du Calvados, était à peine sorti de l'Ecole des Mines et de l'Ecole des Sciences politiques qu'il se prit de passion pour les voyages. Il revenait d'une excursion à la Guyane française, quand il songea à organiser une exploration en Ethiopie.

Partie en octobre 1901, la Mission scientifique Duchesne-Fournet atteignit Addis-Ababa par la route des Gourgouras, qui n'avait été jusqu'alors l'objet d'aucun travail topographique précis. Le lieutenant Collat, second de la Mission, leva un itinéraire très détaillé.

D'Addis-Ababa, la Mission prit la route du Godjam. Elle reconnut la source du Nil Bleu et arriva au lac Tana, dont M. Duchesne-Fournet leva le plan au théodolite. Ses itinéraires, en relation constante avec ceux d'Antoine d'Abbadie, permettront d'établir une carte complète du Godjam. Après avoir fait le tour entier du lac Tana, la Mission revint, à la fin de juin 1902, à Addis-Ababa. Tandis que ses compagnons rentraient en France, le chef de la Mission se porta vers l'ouest pour aller visiter le Ouallaga; il atteignit Nedjo, non loin de Toulou Tchoki, point où avait été M. Hugues Le Roux, en avril 1901. G. R.

§ 2. — Astronomie

La figure des corps célestes. — M. Liapounof vient de consacrer à la forme d'équilibre d'une masse fluide animée d'un mouvement de rotation un important travail, publié dans les Mémoires de l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg. Ce Mémoire ouvre la voie par laquelle on peut espérer traiter le problème d'une manière complète et entièrement rigoureuse. On sait, en effet, que les méthodes de Legendre et de Laplace permettent d'écrire une série d'approximations successives. Mais rien ne prouve que cette série d'approximations soit convergente. Or, la méthode de M. Liapounof échappe à cet inconvénient. Le savant géomètre de Kharkow introduit, pour le potentiel d'attraction, un développement d'une forme nouvelle, — laquelle ne prête pas, d'ailleurs, aux mêmes objections que l'ancienne en ce qui regarde la légitimité. Il arrive ainsi à présenter la solution sous forme d'une série ordonnée suivant les puissances de la vitesse de rotation (ou plutôt d'un paramètre lié simplement à cette vitesse) et pour laquelle l'existence d'un domaine de convergence est établi.

Malheureusement, ce domaine est encore trop étroit au point de vue des applications. C'est ainsi que, dans le cas le plus intéressant, celui de la Terre, la convergence n'est pas assurée. Le seul astre pour lequel on soit certain que la méthode s'applique, la série obtenue étant convergente, est le Soleil. Les anciennes méthodes, elles, ne donnaient cette certitude dans aucun cas.

§ 3. — Physique

La propagation lointaine des ondes électriques. — Le fait, qui semble bien démontré aujourd'hui, de la transmission possible de signaux hertziens à travers l'Atlantique a frappé tout d'abord par son étrangeté les physiciens habitués à la notion de la propagation rectiligne des perturbations dans un milieu homogène; puis, comme il fallait bien trouver une explication de ce fait inattendu, on a eu recours à la diffraction, qui prévoit la possibilité de contourner un obstacle d'autant plus grand que la longueur d'onde des perturbations supposées périodiques est plus considérable, et l'on a attribué à cette propagation curviligne, de nature optique, le rayonnement de l'énergie oscillatoire d'Europe en Amérique.

Il est incontestable que, dans la transmission des signaux par les ondes hertziennes, la diffraction joue

un rôle important et souvent prépondérant, et qu'elle permet seule la communication entre deux postes peu éloignés, mais mutuellement invisibles, tout comme la diffraction du son établit la communication acoustique entre une source et un récepteur séparés par un obstacle même étendu.

Cependant, il me semble que, dans l'explication que l'on a donnée de la cause pour laquelle les ondes hertziennes se propagent *à de très grandes distances* à la surface de la Terre, on a exagéré singulièrement le rôle propre de la diffraction. Chacun sait, en effet, que, dans la transmission à faible distance par des appareils peu puissants, on évite avec soin les obstacles de grandes dimensions qui, interposés entre les antennes de transmission et de réception, affaibliraient l'intensité des signaux au point de rendre impossible une communication aisée en terrain bien dégagé. On compte ainsi surtout sur la communication rectiligne, et, si l'on est obligé d'avoir recours à la transmission par ondes diffractées, on réduit leur rôle au minimum en installant les postes en des endroits élevés et en plaçant les antennes aussi haut qu'il est possible.

Or, si l'on songe que, entre les postes correspondants situés des deux côtés de l'Atlantique, le globe terrestre constitue un obstacle de 300 mètres de hauteur, on reconnaîtra que les ondes, affaiblies par la décroissance suivant la loi du carré, absorbées par les milieux traversés, et, de plus, n'arrivant qu'après avoir contourné un aussi formidable obstacle, auraient bien peu de chance d'être encore perceptibles.

Mais il me semble que le phénomène s'éclaircit beaucoup si l'on considère les conditions particulières dans lesquelles s'opère la transmission à très grande distance à la surface de la Terre.

En réalité, l'espace dans lequel se propagent les ondes n'est pas autre chose qu'une lame mince d'un diélectrique limité par deux conducteurs, dont l'un est le sol ou la mer, et l'autre la couche atmosphérique conductrice, dont l'altitude moyenne est d'une centaine de kilomètres au-dessus du niveau du sol.

C'est entre ces deux conducteurs parallèles que l'énergie des ondes reste en grande partie confinée, étant à la fois guidée et réfléchie par les conducteurs et se propageant non point par ondes sphériques, mais par ondes cylindriques.

Une conséquence de cette idée semblerait être que, lorsque les ondes ont dépassé le plan équatorial perpendiculaire au rayon passant par le point d'émission, elles devront se concentrer et croître jusqu'à un maximum intense aux antipodes. Ce serait, sans doute, pousser à l'absurde l'idée qui vient d'être émise. En effet, s'il est vrai que les couches supérieures de l'atmosphère sont conductrices, il est certain, d'autre part, qu'elles constituent un conducteur médiocre, et surtout dont la surface est mal définie. Une partie des ondes les traverse probablement, et une proportion, sans doute notable, s'y perd en travail interne.

Il ne me semble pas moins correct d'attribuer à l'action directrice et réfléchissante de ces couches, combinée avec celle du sol ou de la mer, un rôle important et peut-être essentiel dans la télégraphie sans fil transocéanique.

Si cette théorie est exacte, on augurera favorablement des projets de transmission à des distances croissantes, tels, par exemple, que celui de relier l'Italie à la République Argentine, par un service assuré au moyen d'appareils d'une grande puissance.

Le succès d'une telle entreprise apporterait le plus solide appui à l'idée qui vient d'être esquissée.

Ch.-Ed. Guillaume,
Sous-directeur du Bureau international des Poids et Mesures.

Les thermomètres médicaux et le Laboratoire d'essais. — Le Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers s'occupe, entre autres choses, du contrôle des thermomètres médicaux, et il a installé dans ce but une Section spéciale, dont le travail est très actif. Cette tâche est non seulement utile, mais humanitaire; car, sur les indications des thermomètres médicaux peut reposer la vie d'un malade. Une variation de l'instrument, une indication d'une fraction de degré, peuvent éclairer ou dérouter le diagnostic du médecin, ou modifier son traitement. Or, en raison de l'absence de contrôle scientifique, il y avait, d'après les renseignements du Laboratoire d'essais, dans les usages courants, environ 8 thermomètres défectueux pour un parfaitement exact.

Il serait donc de la plus élémentaire prudence, pour un médecin ou pour un malade, de n'accepter que des thermomètres contrôlés et poinçonnés. D'autre part, les fabricants de thermomètres médicaux consciencieux ont intérêt, au point de vue de la responsabilité, à soumettre au contrôle les instruments qu'ils fabriquent.

Ajoutons enfin que le tarif d'essai et de poinçonnage établi pour couvrir les frais du Laboratoire d'essais, qui est un établissement officiel, est très réduit.

§ 4. — Electricité industrielle

La Station centrale télétypique de Berlin. — Le réseau téléphonique de Berlin vient de recevoir un complément des plus précieux par la « Ferndrucker-Centrale », récemment inaugurée. Les téléphones, qui ne rendent que les mots parlés, sont fréquemment insuffisants dans les affaires, où, en outre d'une transmission correcte, il faut, dans bien des cas, qu'on possède une confirmation écrite de cette transmission. D'autre part, les conversations téléphoniques, comme on sait, sont susceptibles d'être interceptées par une tierce personne. Enfin, la personne appelée par le téléphone peut être absente, et l'attente, souvent inutile, de son retour entraîne une perte de temps fâcheuse. Dans tous ces cas, le nouveau service des télégraphes imprimeurs constituera un moyen de communication efficace.

L'appareil télégraphique, construit par la maison Siemens et Halske, et qu'il ne faut pas confondre avec le télégraphe rapide de cette même Société, est un télégraphe imprimeur similaire à l'imprimeur télégraphique bien connu de Hughes et au télégraphe Baudot. La différence essentielle avec ces appareils plus anciens réside dans le fait que, ces derniers se mouvant librement, le synchronisme des appareils reliés à la même ligne devait être obtenu par l'habileté du télégraphiste, tandis que la conduite du nouvel appareil, qui n'est autre qu'une machine à écrire à distance, est des plus simples et peut être acquise par tout le monde dans un délai minimum. Le clavier du télégraphe imprimeur (fig. 1) est analogue à celui d'une machine à écrire ordinaire, comprenant quatre séries de sept touches chacune, dont vingt-six pourvues d'un côté d'une lettre et, de l'autre, d'un chiffre ou d'un signe de ponctuation. Quant aux deux touches qui restent, l'une sert soit pour signaler le commencement d'une conversation, soit pour insérer les lettres, tandis que l'autre, portant l'inscription « chiffres », sert pour imprimer les chiffres et signes de ponctuation. Les deux appareils reliés par une même ligne peuvent être employés indifféremment soit comme récepteurs, soit comme transmetteurs, sans qu'il soit besoin de les y préparer au préalable. Ils sont, en effet, tous les deux automatiquement et simultanément mis en action, aussitôt que la première touche blanche de l'un d'eux est pressée vers le bas; après quoi l'appareil actionné fonctionne comme transmetteur, et tout est prêt à servir.

La roue d'impression porte à sa circonférence, dans un cercle, les lettres, et, dans un autre cercle parallèle au premier, les chiffres et signes de ponctuation. En agissant sur la clef commutatrice, la roue d'impression est déplacée automatiquement sur son arbre de rotation, de façon à amener la série de signes voulue en regard de la surface d'impression du ruban de papier.

En frappant alors une touche ordinaire, la roue d'impression est tournée jusqu'à ce que le signe en question se trouve en regard du papier; ce dernier est ensuite pressé contre la roue et, après avoir reçu l'empreinte, retombe instantanément en bas, tout en se déplaçant de l'intervalle de deux signes, de façon à être prêt pour une autre impression. Ce processus se passe simultanément dans les deux appareils reliés par la même ligne, c'est-à-dire dans le transmetteur aussi bien que dans le récepteur, ce dernier étant automatique. Dans le cas où le propriétaire de l'appareil est absent, il pourra lire le télégramme sur le ruban de papier à son retour. Le télégraphe-imprimeur donne de cette manière deux inscriptions parfaitement identiques du même télégramme, l'une sur l'appareil transmetteur et l'autre sur le récepteur; aussi, l'expéditeur a-t-il toujours à sa disposition une preuve de l'exactitude de sa communication, éliminant toute possibilité d'ambiguïté.

A la droite de la roue d'impression, il y a une roue à balais fournissant l'encre d'imprimerie à la première. L'appareil est mû par un petit moteur électrique, disposé à l'intérieur de la partie mécanique, en avant du clavier.

Aussitôt que la clef de commencement est pressée en bas, le circuit de l'appareil transmetteur est fermé, produisant la rotation d'un rouleau commutateur, qui lance des courants électriques de sens alternatifs dans le circuit du télégraphe imprimeur et à travers les relais de lignes reliés à l'appareil; les courants locaux insérés dans l'appareil transmetteur, aussi bien que dans l'appareil récepteur, produisent, au moyen des aimants dits de relais, une rotation de la roue d'impression à partir de la position initiale identique dans toutes les stations. Or, dans le cas où une touche à lettres est enfoncée, une goupille attachée à l'autre bout de son levier viendra frapper contre le balai de commutation tournant, arrêtant ce dernier et par là la roue typographique du télégraphe-imprimeur. En même temps, les leviers typographiques de l'un et de l'autre appareil, étant attirés, produiront l'impression de la lettre correspondante. Tant que la touche est abaissée, la roue aux types est incapable de se déplacer; aussi la transmission peut avoir lieu à une vitesse quelconque. Après avoir transmis un télégramme, on met le transmetteur et le récepteur automatiquement hors du circuit à une certaine position de la roue d'impression, arrêtant l'appareil en même temps. Douze piles d'accumulateurs, renfermées dans une boîte, servent de batterie de service, étant divisées au milieu, de façon que l'une et l'autre moitié de la batterie puisse être insérée dans le circuit à courants locaux ou de ligne. La tension d'environ 12 volts, régnant dans le circuit de lignes, est assez basse pour éliminer toute possibilité d'influence inductive des circuits du télégraphe-imprimeur sur les circuits téléphoniques voisins; aussi on peut conduire les deux espèces de conducteurs par le même câble. Un petit électromoteur, alimenté par la batterie d'accumulateurs, remonte en même temps le mouvement d'horlogerie de l'appareil.

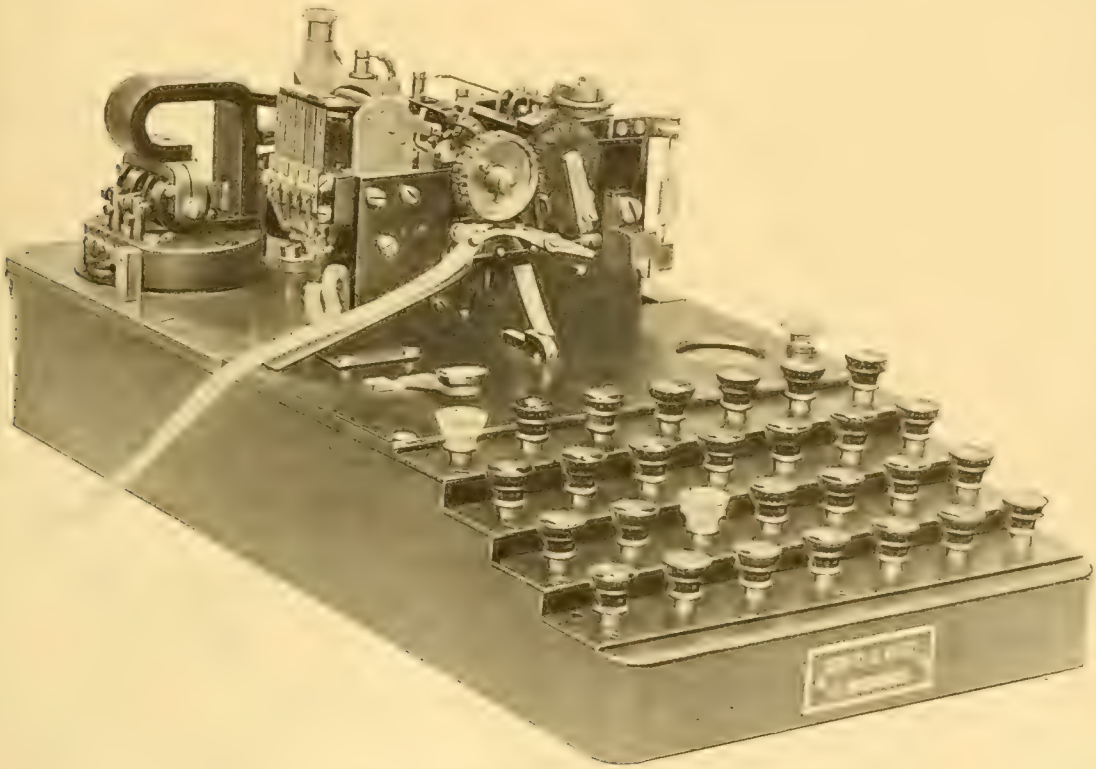


Fig. 1. — *Télégraphe imprimeur de la Ferndrucker-Centrale à Berlin.*

Les avantages que présente le télégraphe-imprimeur en comparaison des systèmes téléphoniques et télégraphiques actuels sont évidents. Comme le téléphone, cet appareil pourra servir pour une communication directe entre deux personnes à une distance quelconque, tout en éliminant les méprises par la reproduction simultanée en double de la communication. Comme nous venons de le dire, le télégraphe-imprimeur rendra en même temps impossibles les captages de conversations de la part d'une tierce personne, captages qui peuvent se produire même avec le télégraphe Morse. C'est, par conséquent, le seul système de communication permettant de conserver le secret absolu des dépêches.

Une station centrale, analogue, quant à son aménagement et son fonctionnement, aux stations centrales téléphoniques, vient d'être ouverte à Berlin (fig. 2);

elle servira d'abord à assurer les communications mutuelles entre tous les abonnés reliés aux réseaux des télégraphes-imprimeurs de Berlin. Cette station centrale est munie d'un tableau de distribution comprenant des indicateurs et des clefs destinées à cent abonnés. Seize cordons de connexion permettent de desservir en même temps trente-deux abonnés et de réaliser la communication simultanée entre un tiers de tous les abonnés, dans le cas où le tableau de distribution est au complet. Aussitôt que l'abonné appuie sur la clef d'appel de son télégraphe-imprimeur, l'employé chargé du service du tableau de distribution est avisé par le fait que l'indicateur de l'abonné en question retombe en arrière; en même temps retentit une sonnerie; il aura alors à se mettre en communication avec la personne qui appelle afin de demander la communication désirée au moyen des appareils interrogateurs, qui sont au nombre de six, et à relier les deux abonnés de façon que leurs appareils soient prêts pour une communication directe. En dehors de ces communications mutuelles, il y a cependant la possibilité de mettre un nombre quelconque d'abonnés en relation avec le même appareil transmetteur, de façon à transmettre la même communication simultanément à tous les abonnés. A cet effet, on a ménagé des commutateurs de groupes spéciaux. Aussitôt qu'en tournant une roue à main on insère tous les appareils récepteurs dans le circuit de l'appareil transmetteur, de petites lampes à incandescence s'allumeront dans les clefs des abonnés en question, après que les indicateurs seront tombés en arrière, pour montrer que tous les abonnés du groupe en question ont bien été reliés à l'appareil voulu.

Des services télégraphiques similaires d'une station centrale à un certain nombre d'abonnés reliés simultanément au même appareil, au moyen des dispositifs dits « tickers », sont d puis quelque temps en usage à Paris, à Londres et à New-York. Un service analogue sert également à Bremerhaven à transmettre les dépêches navales d'une station centrale à cent abonnés se trouvant à des endroits différents. La Station centrale qui vient d'être ouverte à Berlin est destinée, en dehors des communications directes et mutuelles entre les abonnés, à transmettre des informations analogues à un certain nombre d'abonnés, limitant son service dans les premiers temps aux télégrammes de Bourse transmis à des heures déterminées par l'appareil transmetteur de la Bourse de Berlin. Le même système de communication pourrait être employé à transmettre les télégrammes d'un bureau télégraphique central, tel que celui de l'agence Havas, à un certain nombre de bureaux de journaux. La Station centrale précitée est encore destinée à assurer les communications avec le Bureau central des Télégraphes d'Etat, afin de transmettre ou de recevoir des télégrammes par le télégraphe d'Etat. Ce nouveau système est, enfin, depuis quelque temps en usage dans certaines grandes maisons industrielles, telles que l'Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft et la Compagnie Siemens et Halske à Berlin pour des communications entre leurs différentes sections.

Fig. 2. — *Station centrale des télégraphes-imprimeurs à Berlin.*

§ 5. — Chimie

Méthode électrolytique pour préparer les poudres métalliques. — En électrolysant une solution d'un composé métallique et en se servant, à cet effet, d'une cathode en mercure, l'on obtient l'amalgame correspondant; cette méthode s'applique même

aux métaux communément regardés comme inamalgamables, tels que, par exemple, le platine et le fer. Au moyen d'une disposition convenable, le Professeur A. Zamboni [1] vient de réussir à préparer des amalgames d'aluminium, de sodium, de potassium, etc., susceptibles d'être décomposés par l'eau. Ces amalgames sont des substances spongieuses, remplies de particules de mercure, et dont le poids spécifique est intermédiaire entre ceux du mercure et du métal correspondant. Si le vase cathodique est à fond perméable, l'amalgame se portera à la surface, où il pourra facilement être enlevé; si le bain contient des métaux différents, le dépôt de l'un ou de l'autre dépendra de la densité du courant. L'amalgame qu'il s'agit d'obtenir peut, par conséquent, être électrolytiquement purifié non pas seulement des corps inamalgamables, mais encore des métaux étrangers. En comprimant fortement, dans des sacs en toile, l'amalgame ainsi obtenu par une méthode économique, l'on obtient du mercure presque pur, l'amalgame étant partiellement décomposé. Il restera une substance facilement pulvérisable, composée d'amalgames et de poudres métalliques. Lorsque cette masse est soumise à la distillation à une température inférieure au point de fusion de l'amalgame, le mercure se sépare du métal (surtout dans le cas du fer et des métaux voisins), tandis que ce dernier reste à l'état spongieux, friable, susceptible d'être réduit au mortier en une poudre extrêmement fine. En choisissant pour cette distillation des milieux appropriés, on pourra obtenir des composés métalliques différents. Lorsque, par exemple, on distille l'amalgame de fer dans un milieu réducteur, l'on obtiendra du fer pyrophorique, qu'il sera possible, par un traitement convenable, de convertir en fer ordinaire. Les milieux oxydants donneront des oxydes ou protoxydes du fer jusqu'ici inconnus. Ce procédé a été trouvé à la suite d'une étude de l'accumulateur Edison; il était primitivement destiné à donner de l'oxyde ferrique d'une façon expéditive.

Présence de perchlorate dans le nitrate de soude employé comme engrais. — D'un Mémoire récent de MM. Pellet et Fribourg sur les travaux de MM. Crispo de Caluwe et Pagnoul [2], il résulte que le nitrate de soude ne saurait être employé comme engrais sans danger parfois pour la végétation. Ces auteurs, après de nombreuses expériences, ont montré dans certains nitrates, outre la présence des iodates, chlorures et autres sels que l'on y rencontre constamment, celle de chlorates et de perchlorates. Ceux-ci peuvent même atteindre 1,5 °/₀ des engrais employés, et l'on cite le cas d'un nitrate qui en renfermait 6 °/₀. Or, il est maintenant certain que ces sels sont des plus nuisibles à la végétation; le perchlorate sodique, en particulier, est nocif à moins de 1 °/₀. Il importe donc de pouvoir doser ces quantités de substances étrangères; ceci est particulièrement facile pour les perchlorates en employant le procédé utilisé aux Poudres et Salpêtres dans l'analyse des azotates de sodium destinés à l'artillerie. On calcine le nitrate mêlé à partie égale de carbonate de sodium dans un creuset à l'abri de l'air, puis on laisse refroidir toujours à l'abri de l'air. On dissout alors la masse dans de l'acide azotique étendu de son volume d'eau jusqu'à ce que toute effervescence cesse et que la liqueur soit franchement acide. Il n'y a plus qu'à fixer le taux en perchlorate à l'aide d'une liqueur titrée d'azotate d'argent. Si l'on veut simplement s'assurer que le nitrate ne contient pas au delà d'une certaine quantité de perchlorate, il suffira d'ajouter à 50 centimètres cubes de la solution nitrique le volume correspondant de liqueur titrée, filtrer et vérifier que ce qui passe ne précipite plus par l'azotate d'argent. Il y a, d'ailleurs, une remarque importante à faire : c'est que les nitrates perchlorates ne renferment, en général, que des traces de chlorates; il résulte, en outre, des expériences dont nous parlions en commençant que ces sels ont un degré de nocivité beaucoup plus faible que les perchlorates et surtout que le perchlorate sodique. On peut, cependant, savoir exactement à la fois la quantité de chlorate et de perchlorate contenus dans les engrais par le procédé suivant : Il suffit de doser le chlore préexistant, puis le chlore fourni par la calcination complète de la matière; la différence correspondra au chlore des sels chloriques; en traitant, d'autre part, la liqueur, après le dosage du chlore préexistant, par le nitrate de plomb, on connaîtra le chlore correspondant aux chlorates et, par différence, on aura celui des perchlorates.

Enfin, M. Vinet Latitte vient d'indiquer un procédé très rapide pour déceler la présence de faibles traces de chlorates : En ajoutant à la solution une petite quantité d'une solution d'aniline et en complétant au double du volume primitif par de l'acide chlorhydrique à 22° B., on obtient une coloration rouge violacée passant au bleu intense pour des traces de chlorate.

Il résulte de ce qui précède que, dans l'analyse d'un nitrate destiné à l'engrais, on ne saurait trop insister sur la nécessité d'un dosage exact en sels sodiques des chlorates et perchlorates contenus, l'influence de ces corps sur la végétation étant des plus nuisibles comme cela a surtout été constaté en Belgique.

§ 6. — Physiologie

La glande interstitielle du testicule des Mammifères. — Par une série de belles études à la fois histologiques et expérimentales, MM. P. Bouin et Ancel [1] viennent de démontrer, d'une façon qui paraît définitive, que le testicule des Mammifères a une double fonction : la fonction sexuelle, seule connue jusqu'ici, est localisée dans les tubes séminifères, où se déroule le cycle cellulaire qui aboutit aux spermies; l'autre fonction serait dévolue aux *cellules* dites *interstitielles*, que l'on rencontre en grand nombre dans le tissu conjonctif interposé entre les tubes séminifères, orientées le plus souvent autour des vaisseaux sanguins et lymphatiques; ces cellules, qui, pendant longtemps, ont été considérées comme un organe trophique destiné à assurer la nutrition des cellules séminales, sont manifestement des cellules glandulaires et fabriquent des produits variés, parmi lesquels des granules de graisse, des cristalloïdes (Homme), du pigment, etc.

Sans compter les observations histologiques, l'expérience démontre que la glande interstitielle est indépendante de la partie séminifère : si l'on fait une résection ou une ligature du canal déférent, les cellules sexuelles dégénèrent complètement au bout d'un certain temps, tandis que les cellules interstitielles restent parfaitement intactes; cette expérience reproduit tout à fait ce qui se passe dans les cas de cryptorchidie (testicules restés dans l'abdomen au lieu de descendre dans les bourses), ou bien dans les maladies chroniques ou cachectisantes qui déterminent toujours un arrêt de la fonction spermatogénétique.

Une seconde expérience, vraiment cruciale, démontre l'importance fonctionnelle de la glande interstitielle et confirme son indépendance de la fonction sexuelle. Un verrat adulte avait un testicule cryptorchide et resté dans l'abdomen; l'autre testicule, normal, fut enlevé complètement dans le jeune âge; or, à l'examen microscopique, le testicule unique de ce verrat présentait des tubes sexuels dégénérés, comme d'habitude, et une quantité de cellules interstitielles *double* de la quantité normale; il y avait donc eu *hypertrophie compensatrice*, analogue à celle que l'on voit se produire si souvent lorsqu'on extirpe une glande d'un système glandulaire pair

Quant au rôle de l'appareil interstitiel, il est probable qu'il est assez complexe; sans aucun doute, il élabore

[1] *Elettricita*, n° 4, 1903.
[2] *Annales agronomiques*, Tome XXIX.

[1] Recherches sur les cellules interstitielles du testicule des Mammifères. *Arch. Zool. exp.*, [4], vol. I, 1903, p. 437.

des matériaux nutritifs pour les cellules séminales; de plus, il paraît tenir sous sa dépendance l'ardeur génitale et le déterminisme des caractères sexuels secondaires. En effet, les hommes et animaux cryptorchides diffèrent profondément des castrats; les premiers, quoique aussi inféconds que les seconds, conservent l'ardeur génitale et les attributs externes de la virilité (verrats riles, chevaux pifs), de même que les animaux qui ont subi la résection des canaux déférents; or, dans tous ces cas, les testicules ne renferment plus que l'appareil interstitiel, les tubes séminifères étant dégénérés; il semble donc bien qu'il y a relation de cause à effet. On peut penser que les cellules interstitielles déversent dans le sang un produit (sécrétion interne) qui a une influence déterminante sur les caractères anatomo-psychologiques du mâle. L'absence de toute glande interstitielle (castration totale) serait la cause des modifications que subit l'organisme des castrés.

On voit facilement ce qui reste à faire pour compléter la démonstration; du reste, MM. Bouin et Ancel annoncent qu'ils publieront bientôt les résultats des expériences confirmatives qu'ils ont entreprises. Des injections brown-séquardiennes, mais cette fois avec un extrait de glande interstitielle pure, donneraient sans doute des résultats du plus haut intérêt, tant pour la Biologie générale que pour la Clinique.

Ablation des parathyroïdes chez l'oiseau. — La distinction physiologique fondamentale des thyroïdes et des parathyroïdes est aujourd'hui une notion nettement établie. On sait que M. Moussu a démontré les faits suivants, chez les Mammifères, chien, lapin, chèvre, porc, etc. : 1° L'ablation des thyroïdes avec conservation des parathyroïdes, ou tout au moins d'une partie des parathyroïdes, ne produit aucun accident, tétanique comparable aux accidents consécutifs à la thyroïdectomie globale ou thyro-parathyroïdectomie; elle ne produit, chez l'animal adulte, aucun accident, ou elle provoque seulement des accidents trophiques minimes et tardifs; mais elle produit, chez l'animal jeune, en voie de développement, des troubles trophiques considérables, caractérisés par un crétinisme atrophique, avec ou sans myxœdème, selon les espèces en expérience; 2° L'ablation des parathyroïdes en totalité, avec conservation des thyroïdes ou d'une fraction importante des thyroïdes, produit, chez le lapin et chez le chat, les accidents tétaniques qu'on observe à la suite de la thyroïdectomie globale. Il faut donc admettre que les thyroïdes et les parathyroïdes remplissent deux fonctions physiologiques essentiellement distinctes, comme elles ont une structure histologique essentiellement différente.

Chez les Oiseaux, et notamment chez le coq, M. Moussu a établi que la thyroïdectomie, pratiquée chez le poussin, provoque un crétinisme atrophique analogue à celui qu'on observe dans les mêmes conditions chez le lapin. MM. Doyon et Jouty[1] viennent de compléter les analogies entre les Mammifères et les Oiseaux, en pratiquant chez ceux-ci la parathyroïdectomie, ou plus exactement en détruisant chez eux les parathyroïdes.

Chez les Oiseaux, et notamment chez le coq, l'appareil thyro-parathyroïdien est situé dans le thorax, les thyroïdes et les parathyroïdes étant séparées par un assez grand intervalle; on peut donc agir séparément sur les unes ou sur les autres. L'ablation au bistouri étant extrêmement difficile, par suite de la situation profonde de ces organes et des rapports étroits qu'ils ont avec de très gros vaisseaux, MM. Doyon et Jouty les détruisent sur place par écrasement et cautérisation.

En cautérisant les seules parathyroïdes, ces auteurs déterminent, chez le coq et chez la poule, des accidents aigus absolument comparables à ceux qui ont été signalés chez le chien et chez le lapin à la suite de la parathyroïdectomie : paralysies, contractures, tremblements fibrillaires, secousses musculaires, tremblements généralisés, dyspnée, diarrhée, vomissements, soif intense, hyperexcitabilité. Ces accidents débutent généralement de six à dix heures après l'opération, et conduisent à la mort, qui survient de quinze à trente-six heures après l'opération.

Certains animaux ne présentent que des accidents temporaires, ou ne présentent aucun accident; ces anomalies sont-elles la conséquence d'une ablation partielle insuffisante des parathyroïdes, comme cela se produit chez les Mammifères? C'est tout au moins vraisemblable, mais MM. Doyon et Jouty n'ont pas encore définitivement résolu cette question secondaire de leur intéressante étude.

Quoi qu'il en soit, ces recherches viennent combler une lacune expérimentale et parachever l'analogie des Mammifères et des Oiseaux, au point de vue des conséquences de la thyroïdectomie et de la parathyroïdectomie.

[1] *Société de Biologie*, séance du 9 janvier 1904.

§ 7. — Sciences médicales

La tuberculose en Allemagne. — L'Office impérial de Statistique de Berlin vient de publier le travail du docteur Mayet, intitulé : *Statistique des causes de décès depuis vingt cinq ans.*

D'après ce travail, la diminution de la tuberculose en Allemagne serait un fait acquis. Voici, en effet, les chiffres qui ressortent pour les villes de plus de 15.000 habitants. Sur 10.000 habitants, on a constaté le décès :

De 1877 à 1881, de . . .	357,7	personnes.
— 1882 à 1886	346,2	—
— 1887 à 1891	304	—
— 1892 à 1896	255,5	—
— 1897 à 1901	218,7	—

Ces chiffres confirment l'opinion de M. Mayet, à savoir que la décroissance de la tuberculose est due aux efforts de plus en plus grands déployés en Allemagne pour enrayer ce fléau.

A propos du scorbut infantile. — A l'une des dernières séances de la Société médicale des Hôpitaux (11 décembre 1903), il y a eu une longue discussion au sujet de la maladie de Barlow ou scorbut infantile. Tous les distingués pédiâtres qui font partie de cette Société savante ont observé des cas de maladie de Barlow chez les enfants nourris avec les farines alimentaires et les laits pasteurisés ou maternisés, et même certains d'entre eux (Comby, Netter, Aviragnet) ont accusé le lait simplement stérilisé de produire cette affection. Pourtant M. Variot, dont la pratique médicale est très étendue, et qui est un des grands partisans du lait stérilisé, a défendu cet aliment précieux. Il n'en reste pas moins démontré que le lait maternel est le seul aliment qui ne puisse jamais nuire à l'enfant. Il convient donc de multiplier, en même temps que les gouttes de lait, qui rendent certainement de très grands services, les consultations de nourrissons, telles qu'elles ont été préconisées par le Professeur Budin, de façon à enseigner aux mères qu'elles doivent allaiter leurs enfants, tout au moins pendant les premiers mois de leur vie. Si leurs occupations ou leur état de santé ne leur permettent pas de les nourrir exclusivement elles-mêmes, elles peuvent s'aider de lait stérilisé, car l'allaitement mixte est encore supérieur à l'allaitement artificiel, et celui-ci seul produit la maladie de Barlow.

Il est peut-être intéressant de rappeler, à ce sujet, qu'on n'est pas encore tout à fait d'accord sur la nature de cette affection, qu'a décrite, pour la première fois, il y a quelques années, Sir Thomas Barlow, le célèbre pédiâtre anglais : tandis que certains médecins, avec le Professeur Ausset, de Lille, en font une manifestation pure et simple du rachitisme, les autres, avec MM. Comby, Netter, Variot, Aviragnet, Guinon, Marfan, de Paris, considèrent cette maladie comme un scorbut

infantile; la rapidité de la guérison obtenue avec le traitement antiscorbutique semblerait donner raison à ces derniers.

Une « Ligue contre le paludisme » en Algérie. — On sait que le Gouverneur général de l'Algérie, M. Jonnart, a arrêté récemment avec le Dr Roux, de l'Institut Pasteur, les bases de l'organisation d'un Service destiné à combattre en Algérie le paludisme, qui, chaque année, fait dans cette colonie de nombreuses victimes.

Nous apprenons, d'autre part, qu'il vient de se fonder à Alger une « Ligue contre le paludisme ». Elle a pour président d'honneur M. Laveran, membre de l'Institut, pour président effectif M. Moreau, professeur à l'Ecole de Médecine d'Alger, et pour secrétaire général M. Soulié, professeur à la même Ecole.

La Ligue a pour but :

1° De vulgariser, dans la colonie, les notions sur l'origine du paludisme et les moyens les plus simples, les plus pratiques et les plus sûrs de le prévenir et de le guérir, tels qu'ils découlent des découvertes les plus récentes et les mieux établies;

2° De faciliter aux colons la mise en pratique de ces moyens, à savoir : protection contre la piqûre des Moustiques; destruction de leurs larves; guérison totale des malades impaludés, de manière à assurer la disparition complète et définitive de l'Hématozoaire de l'organisme des fiévreux; usage préventif de la quinine, lorsque les indications précédentes ne peuvent être suivies; diffusion des notions primordiales de l'hygiène parmi les habitants des régions malarigènes; application de toutes autres mesures dont l'utilité pourra être démontrée.

Prophylaxie des maladies contagieuses dans les Ecoles d'Italie. — On vient d'adopter, en Italie, un nouveau règlement pour la prophylaxie des maladies contagieuses[1]. Il y a deux catégories de ces sortes d'affections : 1° les affections chroniques (trachome, teigne, gale, impétigo, pelade, tuberculoses cutanées osseuses, etc.), qui permettent la fréquentation de l'école aux élèves malades, à la condition qu'ils présentent tous les quinze jours un certificat médical et qu'ils soient placés sur des bancs spéciaux; 2° les maladies aiguës, parmi lesquelles on a fait entrer la tuberculose pulmonaire, qui constituent des dangers trop grands pour les autres élèves : ceux donc qui sont atteints de maladies aiguës ne peuvent pas aller à l'école, et c'est très bien. Ce qui est encore mieux, c'est que les autorités locales doivent exiger que, dans la déclaration obligatoire des cas de maladies contagieuses, il soit expressément indiqué si le malade fréquente une école ou si, dans la famille, il y a des écoliers, des instituteurs ou des personnes employées dans une école, à qui l'on devra interdire l'entrée des locaux scolaires. Ce dernier paragraphe devrait bien être introduit dans le règlement français pour la prophylaxie des maladies contagieuses.

[1] *Semaine médicale*, Paris, 18 novembre 1903.

§ 8. — Géographie et Colonisation

Le tunnel du Simplon et les voies d'accès françaises. — Le percement du tunnel du Simplon laissera loin derrière lui les entreprises précédentes. Tandis que le tunnel de l'Arlberg a une longueur de 10.240 mètres, celui du Mont-Cenis de 12.849 mètres, celui du Gothard de 14.984 mètres, le tunnel du Simplon atteindra 19.729 mètres. Contre des difficultés plus grandes et nouvelles aussi, il a fallu employer des procédés nouveaux. Le tunnel est tracé en ligne droite dans la direction Nord-Ouest, Sud-Est, mais les deux extrémités se recourbent à cause de la proximité du Rhône, d'un côté, et de la rivière Diveria, de l'autre. Les deux voies se trouveront dans deux tunnels parallèles à une voie et distants de 17 mètres l'un de l'autre. Dans la première période de construction, le tunnel principal — ou tunnel I — sera seul achevé, tandis que le tunnel II ne comprendra qu'une galerie de base de 3 mètres de large et de 2m,5 de haut. L'avancement se fait au moyen de perforatrices nouvelles, très puissantes, système Brandt, qui attaquent le rocher non point à coups séparés et consécutifs, mais par friction, par un mouvement rotatif, sous une pression hydraulique de 100 atm. Les deux galeries se trouvent à une profondeur à peu près égale; tous les 200 mètres, elles sont réunies entre elles par une galerie transversale ou traverse, qui est fermée au fur et à mesure que l'on en ouvre une nouvelle. Le tunnel part du côté Nord, à une altitude de 685m,7, pour arriver par une pente de 2 °/₀₀ au point culminant, qui se trouve à peu près à la frontière italienne, à 705 mètres de hauteur (Gothard 1.154 mètres, Mont-Cenis 1.294 mètres). Une pente de 7 °/₀₀ descend vers l'entrée Sud qui se trouve à 633m,5.

La plus grande hauteur de la montagne au-dessus du tunnel est 2.135 mètres (Gothard 1.706 mètres, Mont-Cenis 1.654 mètres); elle explique la première grande difficulté rencontrée par l'entreprise : la haute température de la roche, qui s'est élevée jusqu'à 54° (Gothard 30°). Pour parer à cet obstacle, on emploie d'abord des ventilateurs (2 à chaque issue), actionnés par des turbines hydrauliques, faisant 350 à 400 tours à la minute, sous une pression initiale de 273 millimètres d'eau, et chassant un volume d'air d'environ 30 mètres cubes par seconde. L'air, qui a 12° en sortant du ventilateur, en a 27 au front d'attaque. D'autre part, des appareils de réfrigération répandent de l'eau pulvérisée, fournie à une pression de 20 atmosphères, par des pompes centrifuges installées à l'usine centrale de Brigue et qui refoulent le liquide dans des conduites de 253 millimètres de diamètre, à raison de 60 litres par seconde. Une enveloppe non conductrice de charbon de bois

TABLEAU I. — *Graphique des travaux exécutés jusqu'au 31 décembre 1903.*

(La distance entre les têtes de galeries de direction est de 19.729 mètres.)

DÉSIGNATION des travaux	ANNÉES	MÈTRES	CHANTIER NORD A BRIGUE (KILOMÈTRES 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10)	TOTAUX en mètres	CHANTIER SUD A ISELLE (KILOMÈTRES 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1)	MÈTRES
Galerie de direction.	1898	333		409		76
	1899	2 300		3.866		1.566
	1900	4.119		7.267		3.148
	1901	6.335		10.763		4.428
	1902	8.469		14.328		5.859
	1903	10.144		17.896		7.752

protège ces conduites contre la température ambiante.

La seconde grande difficulté a consisté dans les venues d'eau, abondantes, surtout du côté d'Iselle, où elles ont commencé avec 1.200 litres à la seconde pour se réduire actuellement à 800. L'irruption la plus considérable s'est produite à la sortie du gneiss d'Antigorio, dans des micaschistes et des calcaires cristallins grenats. Suivant M. Hans Schardt, ces venues d'eau proviendraient, pour les 3/5, des sources qui se sont taries sur une superficie de 12 kilomètres carrés, et, pour le reste, du torrent de Cairasca, voisin de la surface d'affleurement. Les galeries d'avancement, du même côté, eurent ensuite à traverser, sur une longueur de 41 mètres, une couche de calcaire micacé très aquifère, pour laquelle il fallut avoir recours à des revêtements métalliques très coûteux et d'installation difficile. Ces obstacles ont naturellement beaucoup retardé les travaux et surtout l'avancement de la galerie Sud, comme on peut s'en rendre compte par le tableau I.

La première Convention passée avec la Compagnie du Jura-Simplon prévoyait l'ouverture du tunnel pour le 30 avril 1904; l'entreprise a obtenu l'an dernier une prolongation d'une année, ainsi qu'une augmentation de la somme à forfait qui lui avait été accordée à l'origine, soit 78 millions de francs au lieu de 69 millions et demi. Cette prime s'est trouvée encore mieux justifiée par une nouvelle difficulté qui a surgi postérieurement. Dans la galerie Nord, au kilomètre 10.150, c'est-à-dire à 171 mètres après la ligne de faîte, deux sources d'eau chaude (50°), d'un débit de 70 litres par seconde, ont rempli entièrement la contrepente, rendant l'épuisement très long et très pénible. En dépit de ce dernier obstacle, l'entreprise s'est décidée à continuer de descendre au-devant de l'attaque italienne, au péril de rencontrer de nouvelles sources. L'eau sera retirée de la contrepente, le tunnel II continué jusqu'à ce qu'on approche de la faille où a jailli dans le tunnel I la source d'eau chaude; on établira une galerie transversale, puis un mur sera construit immédiatement après la source d'eau chaude dans le tunnel I, et après la galerie dans le tunnel II. Ces murs seront pourvus d'un trou d homme, ainsi que d'orifices pour les différents tuyaux amenant l'air et l'eau réfrigérante ou emportant le dégorgement de la pompe d'épuisement. Après quoi, au delà du mur, on reprendra le travail de forage à la main, avec toutes les précautions désirables, tant que la roche restera sèche.

La question des voies françaises d'accès au Simplon se pose déjà depuis plusieurs années et toujours avec plus d'insistance à mesure que se rapproche l'heure de l'achèvement du tunnel. En 1870, l'ouverture de la ligne du Mont-Cenis nous permettait de drainer une bonne partie du commerce de l'Angleterre, de la Belgique, voire même des Pays-Bas, à destination de l'Italie et des pays d'Orient. Cette suprématie commerciale dura jusqu'en 1881, année où s'acheva le percement du tunnel du Saint-Gothard. La distance Paris-Milan était raccourcie de 27 kilomètres, passant de 924 — par le Mont-Cenis — à 897. De plus, le nouveau passage établissait des communications rapides avec l'Italie, non seulement pour l'Allemagne, mais aussi en faveur de la Belgique et des Pays-Bas, et, en ce qui concerne ces deux derniers pays, à notre détriment. Le Simplon, par des conditions techniques de parcours et de courbes plus favorables que celles du Gothard, vient, dans une certaine mesure, rétablir l'équilibre en notre faveur et favoriser le rapprochement franco-italien. Seulement, il s'agit de savoir quel est le tracé que nous voulons adopter pour que la chose tourne à notre plus grand avantage.

Dès à présent, on peut regarder comme certain le percement par la Suisse — ou, plus justement, par le canton de Berne — du Lötschberg, entre Kandersteg et Gampel, et cela fera un premier accès *nord* pour le Simplon, tandis que l'accès *sud* passera par Genève, Lausanne ou la rive française du Léman. En ce qui concerne l'accès nord, aucune difficulté ne surgit pour

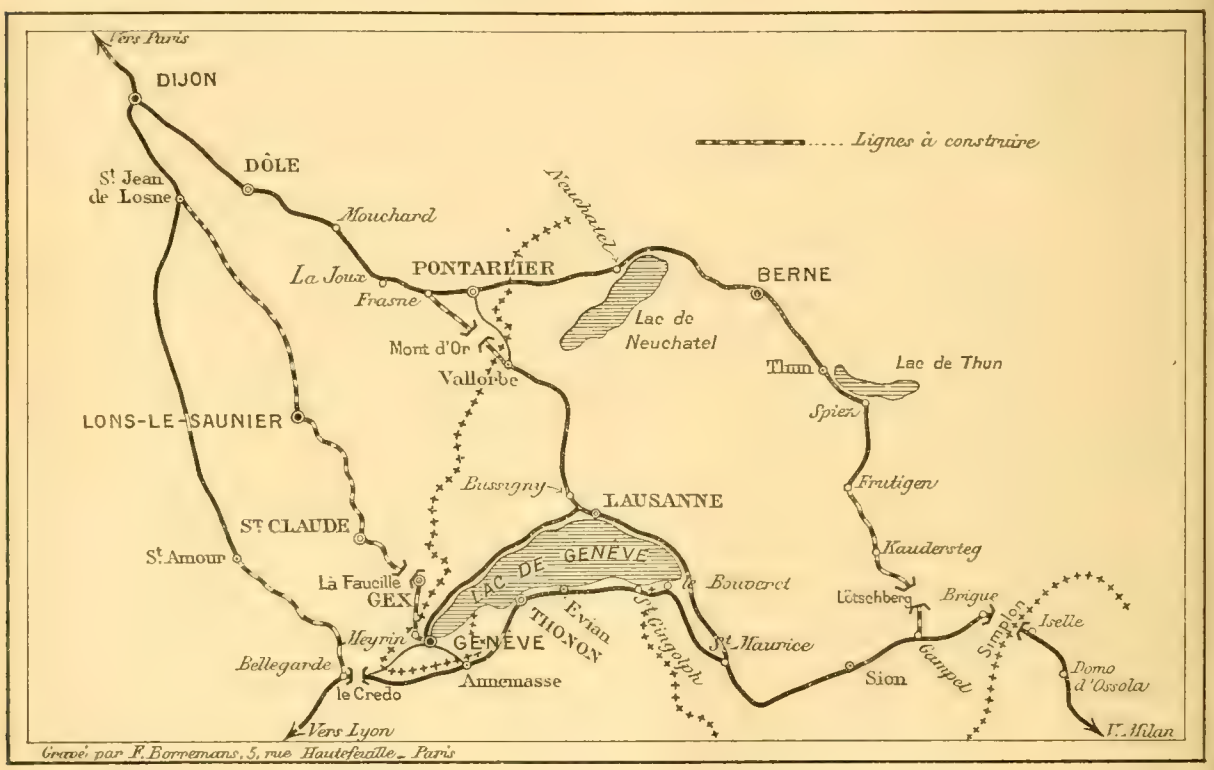


Fig. 1. — *Voies d'accès au tunnel du Simplon.*

nous : nos voies ferrées sont déjà établies; Pontarlier sera très probablement la porte de sortie. C'est pour l'accès sud que les projets sont nombreux et les compétitions ardentes — du côté suisse même et tout particulièrement entre Lausanne et Genève. On ne compte pas moins de cinq tracés, dont deux — Mouchard-Bussigny et Lons-le-Saunier-Bellegarde — paraissent abandonnés à l'heure actuelle.

C'est d'abord le projet Frasne-Vallorbe ou La Joux-Vallorbe, voté en 1902 par l'Assemblée fédérale suisse, très apprécié par le canton de Vaud et par Lausanne; il forme le plus court chemin entre Paris et Milan (840 kilomètres), mais il est le moins avantageux pour les intérêts français. Sa construction ne coûterait que 27 millions, dont 6 millions fournis par la Suisse.

Le tracé Mouchard-Bussigny ne doit être mentionné que pour avoir eu la faveur de notre ministre des Travaux publics, avant d'échouer devant le refus de la Suisse d'y collaborer financièrement.

Le projet Lons-le-Saunier-Bellegarde est moins avantageux que le suivant, sans paraître supérieur comme rendement. Il serait plus cher de 8 millions et plus long de 9 kilomètres.

La ligne Saint-Amour-Bellegarde serait la plus longue entre Paris et Milan (895 kilomètres) et ne pourrait concurrencer que difficilement, au point de vue des voyageurs, les projets plus courts.

Elle éviterait cependant la traversée du Jura dans sa plus grande largeur et utiliserait notre territoire sur un plus long parcours, jusqu'à Saint-Gingolph, c'est-à-dire sur 602 kilomètres au lieu de 477 par Frasne. Mais la Suisse, qui alors n'aurait plus le trafic que sur 121 kilomètres, du Bouveret à Brigue, au lieu de 194 kilomètres de Vallorbe, n'y serait pas favorable, et, de plus, il faudrait percer un nouveau tunnel du Credo et rectifier la ligne Annemasse-Saint-Gingolph, ce qui élèverait, à la somme de 88 millions de francs, la dépense totale, tout entière à la charge de la France.

Le dernier tracé, dit de la Faucille, relierait directement Lons-le-Saunier à Genève. Son orientation et son profil sont avantageux; mais il nécessiterait, à travers les chaînes parallèles du Jura, la construction de tunnels longs et nombreux, entraînant, pour une seule voie, une dépense de 130 millions de francs, — que des personnes compétentes trouvent, d'ailleurs, exagérée. Son avantage considérable serait de créer des débouchés pour le Centre et l'Ouest de la France[1]. De plus, pour Paris-Genève, il réduirait le parcours suivi par les voyageurs de 605 à 488 kilomètres, et le parcours taxé des marchandises de 539 à 488 kilomètres. La distance Paris-Milan serait ainsi de 870 kilomètres, avec des déclivités au moins moitié moindres que le tracé par Frasne; ce tracé créerait une nouvelle traversée du Jura, indépendante du tunnel du Credo — dont on sait le mauvais état. Genève, qui aurait ainsi le privilège de se trouver sur une grande voie internationale, s'intéresserait financièrement à ce projet, — qui a toutes ses faveurs, — et pour lequel le canton a déjà promis une subvention de 20 millions.

Quelle que soit la solution choisie, — et nous ne saurions cacher notre préférence pour la dernière, qui nous paraît la plus avantageuse pour les intérêts français et la plus rémunératrice, — il importe que l'on fasse vite pour regagner le retard que fait prévoir déjà l'ouverture prochaine du tunnel du Simplon.

P. Clerget,
Professeur à l'École de Commerce du Locle (Suisse).

§ 9. — Enseignement

École pratique de Sylviculture des Barres. — On sait que cette Ecole a été créée, par le décret du 14 janvier 1888, en vue de former des gardes particuliers, des régisseurs agricoles et forestiers, et subsidiairement des candidats à l'emploi de préposés forestiers. Or, dans un Rapport qu'il adresse au Président de la République, le Ministre de l'Agriculture fait observer que cette Ecole n'atteint plus le but qui lui a été assigné. Parmi les jeunes gens qui en suivent les cours, bien peu se destinent à la profession de garde particulier ou à celle de régisseur; en fait, cette Ecole ne forme pour ainsi dire que des candidats à l'emploi de préposés des Eaux et Forêts. D'autre part, le Ministre constate que les candidats nommés aux emplois de garde des Eaux et Forêts ne reçoivent aucune préparation technique et professionnelle. C'est pour remédier à cette situation qu'un décret vient de transformer l'Ecole pratique de Sylviculture des Barres en une Ecole d'enseignement professionnel et technique des gardes des Eaux et Forêts. Les préposés viendront y compléter leur instruction générale; ils y seront instruits sur les matières forestières : aménagement, exploitation, travaux forestiers, topographie, etc. En même temps, ils pourront recevoir un enseignement sur la chasse, l'élevage du gibier, le piégeage, etc., et aussi sur la pêche et la pisciculture.

Les « classiques » et les « modernes » en Angleterre. — La lutte entre « classiques » et « modernes » n'est pas spéciale à notre pays. Elle paraît être assez vive chez nos voisins d'Angleterre, si nous en jugeons par le discours que vient de prononcer, comme président de l'Association des Langues modernes, Sir A. Rücker, « principal » de l'Université de Londres. Il a commencé par rappeler qu'une société « classique » de l'Angleterre et du Pays de Galles venait de se fonder, dans la crainte que, selon la formule de cette société, « les études classiques ne fussent bientôt exclues de tout le système d'éducation anglais ». Puis, l'orateur a montré que ceux qui dirigent l'Association des Langues modernes ne sont animés d'aucun mauvais sentiment envers l'enseignement classique; ils veulent seulement qu'on reconnaisse que l'enseignement classique ne convient pas à tous et qu'en outre l'enseignement moderne, fondé sur les langues modernes, n'est pas fait seulement pour les faibles d'esprit.

L' « Association anglaise des Langues modernes » demande donc égalité de moyens et de considération pour deux formes égales et parallèles de la culture humaine. Et si l'une, convenant surtout aux lettrés, aux artistes, aux professeurs, a eu jusqu'ici tout le bénéfice de la sollicitude nationale et publique, il serait injuste de dire que l'autre ne mérite aucun encouragement. Aussi bien, Sir A. Rücker a déclaré que « le Sénat de l'Université de Londres a désormais témoigné son désir intense de faire prendre aux langues vivantes la place qu'il faut qu'elles aient dans un système moderne d'éducation ». Et, pour le prouver, il a ajouté que le Sénat de l'Université compte employer totalement à l'amélioration pratique de cet enseignement, à sa transformation par ce qu'on appelle la *méthode maternelle* ou *intuitive*, la quotité disponible des 250.000 francs par an alloués par le Conseil du Comté de Londres. Pour cette année, cette somme sera attribuée à l'allemand seul, et ensuite au français.

Université de jeunes filles en Russie. — L'ouverture solennelle d'une Université de jeunes filles vient d'avoir lieu à Saint-Pétersbourg, en présence du grand-duc Constantin-Constantinovitch, président de l'Académie des Sciences. Cet établissement d'enseignement supérieur sera désigné sous le nom d'Institut pédagogique de jeunes filles. On n'admettra que les jeunes filles ayant terminé leurs études dans une école d'enseignement secondaire. Le cours durera quatre années et comprendra deux facultés : celle des Lettres et celle des Sciences mathématiques.

[1] Le Conseil municipal du Havre vient d'émettre un vœu en faveur de ce dernier projet (décembre 1903). Notons aussi qu'au 21 avril 1903, 96 Chambres de commerce et 42 Conseils généraux s'étaient prononcés pour la Faucille, 7 Chambres de commerce et 3 Conseils généraux pour le Frasne-Vallorbe et 2 Chambres de commerce et 3 Conseils généraux pour le tracé Saint-Amour-Bellegarde.

L'ENSEIGNEMENT DE LA MALACOLOGIE AU MUSÉUM

LEÇON D'OUVERTURE DU COURS DE MALACOLOGIE

Messieurs,

La chaire de Zoologie que j'avais l'honneur d'occuper à la Faculté des Sciences de Rennes est une des plus illustres parmi celles des Universités de France. Son premier titulaire fut, de 1840 à 1860, Félix Dujardin, auquel la Biologie est redevable de la découverte du Sarcode qu'on a, bien à tort, appelé depuis Protoplasma; il fut aussi l'un des fondateurs de l'Helminthologie; c'est à lui encore que revient la gloire d'avoir triomphé d'Ehrenberg dans la lutte mémorable d'où sortit la constitution, sur des bases scientifiques, de la classe des Protozoaires.

Dujardin vint à Rennes lors de la création de la Faculté; il en fut le premier professeur et le premier doyen; mais, n'y trouvant point la tranquillité ni les conditions nécessaires à ses travaux, il chercha bientôt à revenir à Paris; deux fois, il fut candidat au Muséum : mais ces tentatives, pour des raisons diverses, n'aboutirent pas, et ce fut à grand'peine que, quelques semaines avant sa mort, l'Académie des Sciences lui conféra le titre de Correspondant.

J'ai considéré comme un devoir, il y a quelques années, de rendre à mon illustre prédécesseur la justice qui lui avait tant fait défaut et de mettre en lumière les titres qui lui assurent une place éminente parmi les plus grands naturalistes et lui donnaient tant de droits à voir se réaliser ses plus chers désirs.

En succédant à Dujardin dans ses fonctions de professeur et de doyen, j'ai hérité aussi de son ambition d'obtenir une chaire au Muséum. Mieux servi par les circonstances, plus soutenu par de puissants appuis auxquels je rends un reconnaissant hommage, j'ai, bien que dépourvu de ses titres éclatants, réussi là où il avait échoué. J'ai tenu à ce que ma première parole fut un salut au naturaliste éminent dont j'ai été le continuateur et qui eût tant contribué à la renommée du Muséum.

Messieurs,

La tradition, qui, à juste titre, est si respectée ici, exigerait que, suivant l'usage, je rendisse compte, dans cette première leçon, des travaux et de la doctrine scientifique de mon prédécesseur dans cette chaire. Mais vous comprendrez mon embarras puisque, par une heureuse exception, qui, je crois, est seulement la seconde depuis plus d'un siècle, j'ai l'honneur de remplacer un maître qui, par une simple permutation, est resté mon collègue en même temps que mon directeur. Son âge ne permet heureusement en aucune façon de considérer sa carrière scientifique comme close, et ce serait à coup sûr en donner une idée très incomplète que d'essayer de l'analyser dès maintenant.

M. Edmond Perrier ne m'en voudra pas, j'en suis convaincu, si je recule, d'un nombre d'années que je souhaite le plus grand possible, le moment de remplir envers lui un devoir traditionnel.

Mais cet ajournement me permettra de m'acquitter d'une dette envers un autre de mes prédécesseurs et de combler une lacune regrettable. En effet, par suite de circonstances particulières dont je dirai quelques mots tout à l'heure, Deshayes, successeur de Lacaze-Duthiers dans cette chaire, n'a jamais dit un mot de son prédécesseur. Il avait, d'ailleurs, les mêmes raisons que moi de s'en abstenir; Lacaze-Duthiers était simplement passé du Muséum dans cette chaire de Zoologie de la Sorbonne qu'il a illustrée pendant plus de trente ans.

Avant de résumer la carrière scientifique de mon ancien maître, permettez-moi de rappeler très brièvement les premiers titulaires de cette chaire. Je ne veux point faire une énumération de leurs travaux ni une analyse de leur philosophie; je serais obligé de répéter ce qui a été déjà dit ici et publié. Je tiens seulement à fixer quelques faits et quelques dates.

I

La réorganisation de l'ancien Jardin du Roi par la Convention, en 1793, sous le nom de Muséum d'Histoire naturelle, avait donné lieu à une refonte des chaires et de leur attribution entre les anciens professeurs.

Lamarck, qui, à cette époque, avait cinquante ans, remplissait les modestes fonctions de garde des herbiers; il s'était spécialisé et déjà illustré en Botanique.

A défaut d'une chaire de Botanique, celle des Invertébrés lui fut attribuée d'office parce qu'il était le dernier nommé des professeurs.

Quel est, de nos jours, le botaniste qui oserait renoncer à sa spécialité pour entreprendre, à cinquante ans passés, l'étude de plus de la moitié du règne animal et la pousser à un degré de perfection tel qu'en quelques mois il se trouvât à la hauteur de la tâche écrasante de créer et d'administrer un

pareil service! Lamarck eut cette généreuse audace et je n'ai pas besoin de rappeler les travaux zoologiques et philosophiques qui jettent un éclat incomparable non seulement sur ce savant à jamais illustre, mais aussi sur le Muséum tout entier.

Ce serait tout à fait sortir du programme que je me suis tracé que d'indiquer, même succinctement, les grands traits de son œuvre. D'ailleurs Lacaze-Duthiers, en prenant possession de cette chaire, a fait sur Lamarck deux leçons qui ont été publiées dans la *Revue Scientifique;* elles contiennent un exposé de l'œuvre et des idées du grand naturaliste. Je dois dire cependant que Lacaze-Duthiers, étant un adversaire déclaré du transformisme, a cru devoir apprécier d'une façon trop sévère, et, selon moi, très injuste, certaines des opinions de Lamarck. Depuis quarante ans, les idées qui semblaient alors trop hardies et tout à fait invraisemblables ont été acceptées par presque tout le monde savant, et, depuis que les soi-disant « rêveries » de Lamarck sont mieux connues, plus appuyées par les faits et les découvertes modernes, malgré les dédains de Cuvier et de Darwin, on reste émerveillé de la profondeur de ses prévisions et de la largeur de son génie. Longtemps seulement après sa mort on s'aperçut que Lamarck était un précurseur. La discussion de ses idées, la critique de ses théories ont déterminé l'apparition d'une École philosophique moderne, que l'on a appelée néo-Lamarckienne, opposée à l'École néo-Darwinienne sur certains points importants, bien qu'elles découlent toutes les deux de principes de même ordre établis par Lamarck.

Si l'Histoire naturelle moderne doit à Lamarck la base scientifique de sa philosophie, elle lui est encore redevable de méthodes précises et claires en classification qui ont marqué un progrès immense sur celles de Linné. C'est au Muséum que Lamarck a décrit et déterminé les échantillons multiples qui ont servi de base à son Histoire naturelle des animaux sans vertèbres. C'est ici que sont en partie conservés ces « *types de Lamarck* », si précieux, si souvent consultés par les naturalistes du monde entier. Malheureusement, plusieurs de ces types nous manquent, ou ont perdu leur valeur, ayant été dépouillés de leurs inscriptions historiques par des inconscients dépourvus, comme disait Lacaze-Duthiers, d'une des vertus du Muséum : « la religion des étiquettes ».

Lamarck, usé par l'énormité de son labeur, devenu aveugle, mourut pauvre et délaissé au Muséum en 1829. Pour lui, comme pour Dujardin, comme pour tant d'autres, la justice et la gloire ne brillèrent que longtemps après leur mort.

En 1830, la chaire des Invertébrés fut dédoublée, et, par ordonnance royale du 7 février, Latreille, qui depuis quelque temps suppléait Lamarck, fut chargé de celle des Animaux articulés, tandis que de Blainville obtenait celle des Annélides, Mollusques et Zoophytes, dont le titre n'a pas changé depuis, et que l'on appelle plus simplement la chaire de Malacologie.

De Blainville ne resta que très peu de temps titulaire de cette chaire; dès 1832, il prit celle d'Anatomie comparée, où il remplaça Cuvier qu'il avait si longtemps combattu et qu'il avait pris à tâche de contredire invariablement dans une série de travaux parallèles à ceux du grand anatomiste. Le temps lui manqua donc pour marquer profondément son passage dans la chaire de Malacologie; cependant, un assez grand nombre de déterminations sont son œuvre. C'est ailleurs que l'illustre professeur a établi sa gloire; il ne m'appartient donc pas d'en indiquer les éléments. Je dois cependant citer deux de ses ouvrages qui se rattachent plus particulièrement à cette chaire : ses *Manuels de Malacologie* et *d'Actinologie*. Je ne veux pas omettre de signaler en passant que c'est à de Blainville qu'est due la découverte de la vraie nature des Bélemnites.

Le passage de Blainville à l'Anatomie comparée laissait vacante la chaire de Malacologie, qui, en 1832, fut attribuée à Valenciennes.

La caractéristique de Valenciennes c'est l'incroyable étendue de ses connaissances. Préparateur de Lamarck, il l'aida dans le classement des Zoophytes et des Mollusques; il travaillait en même temps à l'Anatomie comparée des Mammifères avec Geoffroy Saint-Hilaire; nous le voyons chargé du classement de la collection des Oiseaux en vue de la publication du Règne animal de Cuvier. A cette époque, il devient assistant de Lacépède et se met à l'étude des Reptiles et des Poissons. On a dit de Valenciennes qu'il était un des naturalistes français dont le savoir était le plus étendu et le plus varié.

Cuvier se l'adjoignit comme collaborateur pour son Histoire naturelle des Poissons, et, sur les 20 volumes de cet ouvrage inachevé, les 12 derniers sont exclusivement dus à Valenciennes, et 2 au moins des 8 premiers sont entièrement de lui; la collaboration ne fut donc réelle que pour les six autres. Cette publication est le grand titre scientifique de Valenciennes. Mais précisément elle n'a aucun rapport avec la chaire de Malacologie, qu'il occupa de 1832 à 1865. Toutefois, si ses publications dans cet ordre ne sont pas très importantes, il n'en a pas moins laissé une trace durable de ces trente-trois années passées dans cette chaire.

Sous son administration, les collections prirent un essor immense. Les galeries de Malacologie, qui, à la mort de Lamarck, ne renfermaient que

10.000 échantillons, en comptèrent plus de 150.000; c'est lui qui a créé la collection des Helminthes et celle des Echinodermes, et c'est à lui que l'on doit les premiers échantillons d'animaux conservés dans l'alcool.

C'est de cette période que date l'entrée au Muséum des importantes collections recueillies au cours des expéditions scientifiques de Dumont d'Urville, de Freycinet, de Bougainville, de Jacquemont et de bien d'autres.

Valenciennes entreprit aussi le classement et la détermination des Éponges. Il ébaucha ce travail et fit exécuter de magnifiques aquarelles que nous possédons; mais les choses en restèrent là. Depuis lors, notre collection d'Eponges s'est énormément accrue; elle est devenue formidable, mais elle n'est que partiellement classée. J'ai l'espérance que d'ici peu un travail d'ensemble sera entrepris pour la mise en valeur de ces merveilleux matériaux, par mon collègue et ami M. Topsent, qui est le spécialiste le plus qualifié pour ce genre de travaux particulièrement difficiles. La trace que Valenciennes a laissée à la Malacologie, bien que ses recherches personnelles l'aient conduit dans une voie différente, est donc profonde, et l'on peut dire que c'est de lui que date l'encombrement qui a nécessité la construction des galeries où nous sommes en ce moment.

Mais l'âge et les infirmités avaient obligé Valenciennes à se faire suppléer par un naturaliste qui, récemment venu de la Faculté des Sciences de Lille, remplissait à l'Ecole Normale les fonctions de maître de conférences; c'était Henri de Lacaze-Duthiers. Lorsque, quelques mois plus tard, Valenciennes mourut, les suffrages du Muséum et de l'Académie l'appelèrent en 1865 à la chaire de Malacologie.

Comme je l'ai dit tout à l'heure, Lacaze-Duthiers, dans ses premières leçons, a fait l'éloge scientifique de ses prédécesseurs : Lamarck, de Blainville, Valenciennes. Au contraire, le successeur de Lacaze-Duthiers, Deshayes, a manqué à la tradition. Je crois utile et juste de combler cette lacune et d'esquisser rapidement la carrière scientifique de l'éminent naturaliste qui fut mon premier maître, et dont, par un singulier retour des choses, je me trouve être l'un des successeurs.

II

Henri de Lacaze-Duthiers naquit le 15 mai 1821 au château de Stiguederne, dans le Lot-et-Garonne. Sa jeunesse semble avoir été particulièrement triste, dans un milieu rigoureusement fermé à toute idée de progrès et de science, où son père annihilait, par la dureté de son caractère violent et autoritaire, toute velléité d'affectueux abandon. Le fils, de son côté, supportait difficilement ce joug paternel contre lequel la révolte, d'abord cachée, éclata définitive lorsqu'il manifesta l'intention d'étudier la médecine et les sciences naturelles. Le père s'y opposa formellement; le fils passa outre, et partit pour Paris, presque sans ressources, rompant pour toujours toute relation avec son père.

Il suivit en même temps les cours de la Faculté de Médecine et l'enseignement de Blainville et d'Henri Milne-Edwards, dont il devint préparateur en 1845.

Interne de Trousseau à la Salpêtrière, en 1848, le voisinage lui permit de fréquenter assidûment les collections et les laboratoires du Muséum. Mais il fallait vivre à Paris sans compter sur les subsides paternels, depuis longtemps supprimés. Lacaze-Duthiers se fit nommer répétiteur de Zootechnie à l'Institut agronomique de Versailles; il a raconté comment, pour apprendre son nouveau métier, il dut se faire maquignon, courir les foires et marchés en blouse, le fouet au cou, et examiner les bestiaux pour reconnaître leurs défauts et leurs qualités, ainsi que les ruses de ses confrères. Il arriva ainsi rapidement à constituer les éléments d'un cours original et intéressant qui obtint un vif succès.

Le 25 mai 1852, Lacaze-Duthiers fut révoqué de cet emploi pour refus de serment à l'Empire. Presque sans ressources, il passa à Paris le temps nécessaire à l'achèvement de sa thèse sur la morphologie des Insectes, qu'il soutint en 1853; puis, ayant emprunté quelque argent, il partit pour les îles Baléares avec son ami Jules Haime; il revint passer l'automne en Bretagne, où il fit, à Saint-Malo, puis à Saint-Jacut, l'embryologie du Dentale.

Mais il ne pouvait continuer à vivre ainsi sans ressources; aussi force lui fut, malgré ses répugnances, de solliciter une place. Grâce aux démarches de Milne-Edwards, il fut nommé professeur à la Faculté des Sciences de Lille, où il trouva comme doyen Pasteur.

C'est de cette époque — 1855 à 1858 — que datent ses belles publications sur le Dentale; elles sont restées, en quelque sorte, comme le modèle de ces monographies anatomiques et embryologiques qui ont fait faire tant de progrès à la science des animaux.

A Pâques de 1858, il obtint un congé et partit pour la Corse, où il passa le printemps à jeter les bases de ses travaux sur le Corail; nous le retrouvons à la fin de juin à Barcelone et aux Baléares, où il put dater ses recherches sur la Pourpre, la Bonellie, les Vermets et le Pleurobranche.

En 1860, il fut chargé d'une mission en Algérie, sur la recommandation de M. de Quatrefages, mis-

sion renouvelée en 1861 pour l'étude du Corail. Il en rapporta un magnifique volume, illustré de splendides aquarelles, où se trouve élucidée l'histoire du Corail, à laquelle on n'a, depuis, ajouté que des détails. Les fonds coralligènes lui livrèrent en même temps une foule d'heureuses trouvailles dont il a publié la description; je veux parler de la Thécidie, des Antipathaires, du Chevreulius et de bien d'autres, qu'il publia plus tard ou qui restèrent inachevées dans ses cartons. Entre temps, il se livrait à des fouilles intéressantes dans la nécropole de Carthage.

En 1863, il est nommé maître de conférences à l'Ecole Normale Supérieure; en 1864, il supplée Valenciennes au Muséum, et il lui succède en 1865 dans cette chaire de Malacologie. A cette période de trois années correspondent plusieurs voyages scientifiques à Cette, à Arcachon, en Bretagne et en Normandie.

Le séjour de Lacaze-Duthiers au Muséum fut de courte durée; il le quitta en 1869 pour passer à la Sorbonne, où il succéda à Gratiolet dans la chaire de Zoologie et d'Anatomie comparée.

Par une singulière anomalie, dont je n'ai pu trouver aucune explication, la période de l'existence de Lacaze-Duthiers qui s'écoula au Muséum semble avoir été la moins active et la moins fructueuse de toute sa carrière scientifique. Quelques Notes aux *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, un Mémoire où il réunit ses notes précédentes sur les animaux des fonds coralligènes, la publication des leçons de sa première année de cours, forment toute la liste de ses travaux.

J'ai cherché vainement dans nos collections, dans mon laboratoire, une trace importante de son passage au Muséum; à part une petite collection d'Antipathaires, une autre de Bryozoaires, quelques coraux, déterminés par lui, je n'ai rien trouvé qui marquât une date dans la vie scientifique de cet établissement. Sur nos registres j'ai lu quelques notes, quelques-uns de ces règlements compliqués, dont il fut plus tard si prodigue dans ses laboratoires et ses stations, et c'est à peu près tout.

Je ne m'explique pas cette singulière accalmie dans son existence si fiévreuse, si féconde. Peut-être, dès son entrée au Muséum, était-il décidé à ne pas y rester; peut-être aussi fut-il éprouvé plus qu'on ne le pourrait supposer par une série de deuils et de malheurs de famille qui vinrent l'accabler à cette époque. Ses relations avec Henri Milne Edwards, qui avaient été si cordiales, étaient devenues, je ne sais pour quelles causes, extrêmement tendues.

Quelles que soient les raisons, simples ou complexes, de cette sorte d'interruption dans la vie scientifique de Lacaze-Duthiers, le fait est que son court séjour au Muséum est la partie la moins intéressante de sa carrière; il paraît même en avoir gardé une sorte de rancune contre cet Établissement dont il parlait rarement, si ce n'est pour le critiquer ou pour lancer quelque trait malicieux ou quelque allusion mordante contre ses anciens collègues.

En arrivant à la Sorbonne, Lacaze-Duthiers se transforma tout à coup. Nous l'avons vu pendant sa jeunesse aux prises avec les plus dures nécessités de l'existence, étudiant, travaillant pour vivre. Plus tard, son activité se tourne décidément vers les recherches de Zoologie marine, toutes nouvelles à cette époque, qui l'entraînent sur les côtes d'Algérie, de Tunisie, de Corse, des Baléares et des points les plus divers de France; une profusion de Mémoires de premier ordre est le résultat de cet immense labeur.

Nous allons le voir maintenant entrer, comme l'a si justement dit Pruvôt, dans une période d'altruisme. Il ne lui suffit plus de travailler : il veut avoir des élèves et leur donner les moyens de produire à leur tour, en leur évitant les difficultés dont il a si longtemps souffert. De là date le désir ardent de créer des laboratoires de recherches, tant à Paris qu'au bord de la mer, et de fonder un recueil scientifique destiné à la publication des travaux sortis de ses laboratoires.

Avec une ténacité, une persévérance, un enthousiasme que rien ne put rebuter, il arriva à la réalisation de ce programme qui eut fait reculer tout autre que lui. Pendant trente-deux ans, il lutta pour la science, se dépensant de toutes façons et sans compter, fondant les stations de Roscoff et de Banyuls, les *Archives de Zoologie Expérimentale*, et publiant 170 Notes ou Mémoires sur les sujets les plus divers.

La création des *Archives* eut aussi une autre cause. Ardent patriote, blessé jusqu'au fond du cœur par nos malheurs de 1870, il voulut contribuer par tous les moyens en son pouvoir au relèvement moral du pays. Il n'hésita pas à engager une forte part de ses ressources dans l'organisation de ce journal, dont l'existence fut, pendant les premières années, des plus précaires. Ce n'était pas, non plus, sans de grandes difficultés qu'il trouvait alors des naturalistes consentant à lui donner leurs Mémoires pour ses *Archives*; souvent il dut ne s'en fier qu'à lui-même du soin de composer ses numéros, et c'est une des raisons pour lesquelles sa production scientifique fut si intense de 1869 à 1880. Ses Mémoires sur les Ascidies, le développement des Actinies et des Coralliaires, la morphologie des Mollusques, leurs organes auditifs et nerveux, la monographie de la *Laura Gerardiæ*, etc., se rapportent à cette période.

Ses espérances de relèvement et de succès scientifiques étaient fondées non seulement sur son activité personnelle et sur la réussite de ses *Archives*, mais sur le désir qu'il avait de s'entourer d'élèves nourris de ses idées et enflammés comme lui d'enthousiasme pour la nature vivante. Au Muséum, il n'avait presque pas trouvé d'élèves. A la Sorbonne, l'affreux laboratoire obscur où il était campé dans les vieilles maisons de la rue Saint-Jacques ne lui permettait pas d'en avoir beaucoup. Habitué aux voyages, aux recherches du bord de la mer, à la lumière intense de la Méditerranée, il étouffait dans le cadre étroit et vermoulu des masures de l'ancienne Sorbonne. Aussi le voyons-nous chercher à créer un laboratoire sur un point de nos côtes. Il pensait tout d'abord à organiser un établissement temporaire, facilement transportable d'une localité à une autre selon la richesse de la faune ou lorsqu'elle lui aurait paru épuisée. Mais, bientôt séduit par la richesse merveilleuse des environs de Roscoff, il se décida à s'y établir définitivement.

C'est là qu'avec de minimes ressources, dans une modeste maison louée, dépourvue de toutes les facilités que nous sommes maintenant habitués à trouver dans les laboratoires, il vint en compagnie de quelques jeunes gens, ses premiers élèves, se livrer avec ardeur aux études de Biologie marine.

C'est dans cette vieille maison que je vins pour la première fois, en 1878, en compagnie de Lacaze-Duthiers, qui m'avait fait partager son enthousiasme pour la Nature ; il m'honorait alors de sa confiance, qui était réciproque, et j'y ajoutais ma vive affection. Plus tard, j'ai, comme tant d'autres, éprouvé les variations de son caractère, mais j'ai conservé, de mon côté, les sentiments qu'il m'avait inspirés pendant ce premier séjour à Roscoff.

J'ai assisté comme élève, puis comme préparateur, à la lutte incessante soutenue pour l'accroissement, la consolidation, l'aménagement de ce laboratoire; j'ai vu l'effort immense, l'inépuisable énergie dépensés pour cette création; j'ai vu les démarches, les avanies, les joies que chacune des pierres, chaque centimètre de ce lambeau de terre bretonne ont coûté au vieux maître obstiné. S'il trouva des concours généreux et des soutiens puissants et dévoués, par exemple dans les trois directeurs de l'Enseignement supérieur : Du Mesnil, Albert Dumont et Liard, combien n'eut-il pas à lutter contre les injustices, les dénigrements, les tracasseries locales, et surtout le tourment que lui causaient ses dettes, qu'il s'empressait d'ailleurs d'accroître sitôt qu'il avait trouvé moyen d'en éteindre une.

Cette période de lutte que Lacaze-Duthiers venait de traverser pour fonder le Laboratoire de Roscoff, loin d'éteindre son énergie, semblait, au contraire, la surexciter. Roscoff n'était pas encore fini qu'il entreprit de créer, sur les bords de la Méditerranée, un second laboratoire destiné à compléter celui de la Manche et à fournir aux naturalistes les moyens de travailler en hiver et de se familiariser avec la faune d'une mer sans marée.

Les voyages répétés qu'il fit pour chercher une localité favorable, les négociations qu'il entama avec les municipalités de diverses petites villes, les subsides qu'il obtint de quelques généreux donateurs, aboutirent à la construction d'un laboratoire à Banyuls-sur-mer, près de la frontière d'Espagne. En 1883, Lacaze-Duthiers fit remise à l'État du Laboratoire Arago; c'était un cadeau de plus de cent mille francs, car l'État ne lui avait rien donné.

J'ai eu l'honneur d'être le premier préparateur de ce laboratoire; j'y ai appris pendant plusieurs années à connaître, non seulement la faune méditerranéenne, mais les métiers les plus divers; j'y ai fait avec Lacaze-Duthiers des ouvrages de maçon, de plombier, de mécanicien, voire même d'électricien. Que d'heures nous avons passées tous les deux à cimenter des bacs, à chercher les fuites des citernes, à réparer tant bien que mal les désastres causés par le mistral dans ce laboratoire encore mal clos, où plus d'une fois nous eûmes la douleur de voir s'écrouler les cloisons comme des châteaux de cartes!

Cette station fut ensuite augmentée par des annexes, une jetée d'embarquement, un bassin de radoub, et, enfin, un bateau à vapeur. Une bonne bibliothèque y fut aménagée; elle est depuis devenue très importante par le legs que Lacaze-Duthiers lui a fait de tous ses livres.

Cette création du Laboratoire Arago remplit la dernière période de la vie de Lacaze-Duthiers; mais, comme celle qui correspond à la création de Roscoff, elle est marquée par de nombreuses publications. N'est-il pas admirable de voir ce savant vieilli luttant pour la science et se reposant en travaillant encore pour la science! C'est de Banyuls qu'il a daté ses Mémoires sur l'Aspergillum, les Cynthiadées, le Gadinia, la Testacelle, l'Ancyle, les Coralliaires, les Alcyonnaires, et une foule de notes sur l'Ostréiculture, les méthodes zoologiques, les progrès de ses laboratoires, des discours, etc... La mort est venue subitement le surprendre à quatre-vingts ans, pendant qu'il achevait un Mémoire sur la Tridacne qui a été publié depuis.

L'activité et les habitudes de travail des maîtres séduisent toujours les jeunes gens. Aussi n'est-il pas étonnant de voir Lacaze-Duthiers, dès les débuts de son enseignement à Paris, entouré de jeunes naturalistes qui, sous sa direction, pénétrés de son ardeur entraînante pour les recherches de

Biologie marine, le suivent sur nos côtes, parcourent les grèves avec lui, et peuplent bientôt son laboratoire naissant de Roscoff. Il serait sans doute indiscret de citer des noms; mais les situations qu'occupent aujourd'hui ces disciples de la première heure disent assez la valeur du maître, de son exemple et de son enseignement. C'est lui qui a fourni aux établissements d'enseignement supérieur de France, et même de l'Étranger, la plupart des professeurs nommés pendant les vingt dernières années du siècle écoulé. Son but était donc atteint, et, chose rare en ce monde, il a pu voir réalisé le programme qu'il s'était tracé.

Je me suis borné à une citation rapide des titres des principaux Mémoires de Lacaze-Duthiers. Je n'essaierai pas d'en esquisser même une analyse succincte qui m'entraînerait beaucoup trop loin. Mais ce serait en donner une idée incomplète et inexacte que de ne pas faire remarquer que ces travaux forment un ensemble fortement lié dans ses parties ; ils se rattachent tous à quelques idées directrices qui en font une chaîne parfaitement continue. Ce n'est pas au hasard des rencontres qu'il étudiait certains animaux ; il choisissait ses sujets avec un rare bonheur et une intuition extraordinaire des résultats que leur étude lui procurerait. Il les observait avec une méthode impeccable. C'est la marque caractéristique de son œuvre, et c'est un des titres qui lui assurent un rang éminent dans la science. Pour lui, la Zoologie ne consistait pas seulement dans l'étude anatomique d'un animal, quel que fût le degré de perfection où il était arrivé à la conduire. Il estimait que, pour connaître un être vivant, il ne suffit pas d'avoir vu sa structure. Toutes les fois qu'il l'a pu, il a étudié le développement de ses types, depuis l'œuf jusqu'à l'adulte; certaines de ses monographies, celle du Dentale, par exemple, sont des chefs-d'œuvre sous ce rapport. Il pensait qu'un être n'est réellement connu qu'après que son évolution, sa structure et sa biologie ont été scrupuleusement observées.

Il a voulu montrer que la Zoologie n'est pas une science de pure observation, où le rôle du naturaliste se bornerait à enregistrer des faits, mais qu'elle est aussi et surtout une science d'expériences, au même titre que la Physique ou la Chimie, où l'ingéniosité de l'observateur amène la production des faits, peut les faire varier suivant que lui-même fait varier les conditions de l'expérience, peut enfin supprimer une à une les causes d'erreurs. Tout cela nous semble très simple aujourd'hui, et nous sommes tellement habitués à cette méthode qu'il nous paraît extraordinaire qu'il n'en ait pas toujours été ainsi. C'est cependant à Lacaze-Duthiers que nous devons cette introduction en quelque sorte de l'expérience en Zoologie ; et il se rendait si bien compte de la valeur et de l'importance de sa méthode qu'il a toujours tenu à ce titre de *Zoologie expérimentale* donné par lui à son enseignement, à son laboratoire et à son journal scientifique, les *Archives de Zoologie expérimentale*.

C'est dans cette préoccupation d'introduire l'expérience scientifique dans la Zoologie qu'il faut chercher l'une des causes déterminantes de la création de ses stations maritimes, spécialement destinées dans sa pensée à effectuer cette réforme.

Messieurs, je ne croirais pas avoir rendu compte fidèlement de la vie et des œuvres de Lacaze-Duthiers si je me bornais à vous montrer les beaux côtés de son caractère, son énergie, sa puissance de travail, son influence prépondérante sur la Zoologie moderne. Avec les qualités éminentes dont il a si souvent fait preuve, il eut dû et pu être le chef incontesté de la Zoologie française. Mais son caractère défiant et jaloux, qui s'était développé dès son enfance sous l'influence néfaste de l'autorité outrancière de son père, écarta peu à peu de lui tous ceux qui, dès l'abord, s'étaient laissé séduire par son enthousiasme et son désintéressement scientifiques. Il ne put jamais comprendre qu'un étudiant qui le choisissait pour son maître et se donnait de tout cœur à lui n'eût point de ténébreux desseins ; il voulut toujours et en tout lire entre les lignes ce qui n'y était pas. A la longue, ses élèves, froissés, se retirèrent, et laissèrent, à leur vif regret, le vieux lutteur vivre ses derniers jours solitaire, hanté par des idées de persécution et persuadé de l'ingratitude universelle des zoologistes. Arrivé au comble des honneurs, membre et président de l'Académie des Sciences, membre de l'Académie de Médecine et de la Société d'Agriculture de France, grand officier de la Légion d'honneur, il mourut sans avoir su jouir de son œuvre ni être heureux de tout le bien qu'il avait fait.

Comme tant d'autres, j'ai éprouvé les effets de ces faiblesses de caractère du grand savant, et ce ne fut pas sans un profond chagrin que je dus, après toutes les concessions possibles, cesser mes relations avec celui que je me fais gloire d'appeler mon maître. J'ai tenu, lors de ses obsèques, dans ce Laboratoire Arago où il a voulu être enterré, à faire le voyage de Rennes à Banyuls pour apporter sur son cercueil l'hommage de ma reconnaissance et de mon inaltérable admiration.

III

J'ai résumé avec quelques développements la vie de Henri de Lacaze-Duthiers, bien qu'il n'ait passé que quatre ans au Muséum et que cette pé-

riode puisse être considérée comme la moins importante de sa carrière scientifique.

Ce fut en 1869 qu'il passa à la Sorbonne. Sa démission inopinée fit entrer au Muséum pour le remplacer un savant déjà âgé de soixante-quatorze ans, le célèbre paléontologiste Deshayés. Il occupa la chaire de Malacologie de 1869 à 1875. Ses travaux purement zoologiques ne sont pas considérables ; on peut cependant citer ses recherches sur les Dentales, les Hippurites et une grande monographie, restée inachevée, des Mollusques acéphales. Mais ses travaux de Paléontologie lui assurent une place éminente dans la science. C'est à lui qu'est due la connaissance des fossiles du bassin de Paris qu'il décrivit avec autant de patience que d'exactitude. Il en avait formé une merveilleuse collection qui est aujourd'hui à l'École des Mines. Une autre, moins importante, est ici.

Pendant les sept années qu'il a passées au Muséum, Deshayes a introduit dans nos collections zoologiques un nombre considérable de fossiles, soigneusement intercalés à leur place morphologique ; ils sont du plus grand intérêt pour la comparaison des formes éteintes avec leurs descendants actuels. C'était là le but unique que Deshayes s'était proposé en entrant aussi âgé au Muséum ; il avait voulu juxtaposer dans une même série les coquilles vivantes et fossiles ; on peut dire que son but a été atteint et qu'il a rendu un service d'autant plus grand que, sans lui, cette organisation n'eût jamais été tentée, puisque, depuis longtemps déjà, les fossiles qui arrivent au Muséum vont au service de la Paléontologie. Disons cependant que l'excès se serait vite fait sentir, et que, si Deshayes eût vécu trente-trois ans comme Valenciennes dans la chaire de Malacologie, il ne fût plus resté de nos collections qu'un ensemble de fossiles avec quelques formes vivantes intercalées. Certaines familles n'auraient pas tardé à disparaître, submergées sous les débris de leurs ancêtres.

Il me reste à signaler un trait particulier de la vie de Deshayes. Entré déjà fort âgé au Muséum en 1869, Deshayes ne fit sa première leçon qu'en 1873, et il mourut en 1875 sans avoir jamais fait la seconde. Il se borna, dans cette leçon unique, à quelques considérations générales sur la Malacologie et ne prononça pas même le nom de son prédécesseur Lacaze-Duthiers. Il avait remplacé les cours d'amphithéâtre par des causeries dans les collections, restaurant par ce fait, et non sans raison, l'ancien titre de *Professeur démonstrateur* porté par nos premiers prédécesseurs.

A la mort de Deshayes, la chaire de Malacologie fut confiée à M. Edmond Perrier, qui l'a occupée jusqu'au commencement de 1903. Je vous ai dit, Messieurs, pourquoi je m'abstiendrai d'analyser l'œuvre de mon prédécesseur ; cependant, il serait tout à fait injuste de ne pas vous signaler quelques-uns des faits les plus marquants de ces vingt-huit dernières années. Le transfert des collections de l'ancienne galerie dans le bâtiment où nous sommes actuellement a été l'occasion de la réorganisation complète de nos richesses. Ce fut un travail immense du professeur et de ses collaborateurs ; chacun y mit le zèle le plus louable, et c'est à M. Perrier que nous devons plus particulièrement la mise en valeur de notre splendide collection d'Echinodermes.

Les Expéditions du *Travailleur* et du *Talisman* ont fourni un grand nombre de matériaux du plus vif intérêt ; une partie considérable a pris place dans nos galeries par les soins de M. Perrier, qui a bien voulu, sur ma demande, confier à divers savants spécialistes ce qui restait encore à étudier. Je signale seulement en passant la création et l'organisation du Laboratoire de Tatihou, auxquelles M. Perrier a pris la part la plus active. — Je n'en dirai pas davantage.

IV

Peut-être, Messieurs, me demandera-t-on quelles sont, après avoir ainsi résumé le passé, mes intentions d'avenir en prenant possession du précieux héritage que j'ai reçu de mes illustres prédécesseurs.

Vous avez pu vous rendre compte, par la rapide énumération de leurs œuvres, combien chacun d'eux a différé dans la part qu'il a prise à la constitution de nos richesses.

Si Lamarck, à cinquante ans passés, a pu se transformer d'un éminent botaniste qu'il était en un illustre zoologiste, c'est que les collections qu'il a organisées n'étaient que peu de chose en comparaison de celles que nous possédons aujourd'hui. Je ne veux, en quoi que ce soit, diminuer son mérite, pour lequel je professe la plus grande admiration ; mais je crois pouvoir dire que, s'il se fût trouvé en présence de nos galeries actuelles, il lui eût été impossible, je ne dis pas de mener à bien, mais même d'oser entreprendre le travail d'ensemble qu'il a fait ici. Songez, Messieurs, que, depuis Lamarck, ses successeurs, de Blainville, Valenciennes, de Lacaze-Duthiers, Deshayes, Edmond Perrier n'ont pas cessé un seul jour d'accumuler par leurs recherches, par des dons, par des expéditions, des matériaux immenses. Je n'ai pas la prétention de les étudier tous, et cependant je crois le moment venu de procéder à une mise en valeur de ces trésors. Nous avons d'énormes réserves ; mais elles ne sont point dans l'état voulu pour être distribuées entre des spécialistes. Mon premier soin va

être de les répartir de façon à constituer plusieurs collections distinctes.

Nous avons actuellement une collection générale dans laquelle nous déposerons, comme par le passé, un exemplaire de tout ce qui n'y figure pas encore. Mais, avec nos doubles, je compte organiser tout d'abord une collection spéciale de France, qui facilitera la détermination rapide des échantillons que nous sommes appelés à rencontrer tous les jours. Cette collection sera déposée dans mon laboratoire pour être d'un accès plus facile aux travailleurs.

Puis, je compte établir une collection particulière pour chacune de nos colonies, afin que les personnes qui s'y rendent puissent avoir un aperçu des animaux qu'elles y trouveront et qu'à leur retour elles déterminent facilement ceux qu'elles auront rapportés.

Enfin, si la place ne me fait pas trop défaut, j'organiserai des collections annexes pour chacune des grandes régions zoologiques du globe.

Je n'ose, sur ce dernier point, me flatter d'obtenir des résultats prochains. Quelque luxueux, quelque vaste que soit le palais où nous nous trouvons réunis, les galeries qui appartiennent à mon service ne sont pas élastiques, et peut-être faudra-t-il attendre que la partie qui reste à construire soit achevée pour que je puisse mener mon projet jusqu'à complète exécution. Mais il est possible de l'ébaucher et de commencer à préparer les matériaux que nos successeurs mettront à leur place définitive.

C'est vous dire, Messieurs, que la Géographie zoologique tient une grande place dans mes préoccupations. Il ne reste plus guère sur notre planète que des régions inhabitables dont nous ne connaissions pas la faune. Nous avons pour toutes les autres des documents suffisants pour caractériser les formes animales qui les peuplent et apprécier les différences qu'elles présentent d'une région à l'autre.

Pour certaines d'entre elles, nous pouvons tracer la carte exacte de leur domaine ; je ferai tout ce qui sera possible pour en accroître le nombre. Les récentes expéditions zoologiques nous ont montré tout un monde nouveau habitant les grandes profondeurs de la mer ; ces abîmes commencent à être assez connus pour que l'on puisse envisager l'existence d'une faune particulière des plus curieuses, dont il reste à savoir dans quelles mesures les limites géographiques correspondent à celles des animaux de la surface. Beaucoup de ces êtres appartiennent à des familles qui ressortissent à cette chaire et je serais particulièrement heureux de voir venir dans mon laboratoire, pour les étudier, les naturalistes qu'intéressent ces observations passionnantes de la faune des grands fonds.

Voilà, Messieurs, mon programme ; mais je n'ai point la présomption de croire que je suis capable à moi seul de mener à bien une aussi énorme tâche ; si je puis en établir les cadres, en tracer les grandes lignes, en distribuer les détails, je crois que mon passage ici n'aura pas été inutile. Mais c'est à des spécialistes compétents, aussi nombreux que possible, que je compte demander les revisions de genres et les déterminations d'espèces ; nous arriverons ainsi à la longue à des résultats importants et intéressants ; les travaux qui s'accomplissent déjà autour de moi me donnent les meilleures espérances pour l'avenir.

Vous voyez, Messieurs, que, si les recherches de laboratoire, de collections et la confection de catalogues critiques ou historiques doivent être l'objet de toute ma sollicitude, je ne crois pas devoir attirer dans mon laboratoire, où la place est si étroitement mesurée, les jeunes gens qui se préparent aux grades universitaires de la licence ou de l'agrégation. Mon but est tout autre, et je dois les prévenir que je n'aurai en vue dans ce cours aucune préoccupation d'examens ou de préparation professionnelle.

Au contraire, je ferai tout mon possible pour mettre à la disposition de ceux qui font des travaux originaux les matériaux merveilleux qui abondent dans mon service.

Ayant l'ambition de fournir aux travailleurs des éléments de recherches, je désire également grouper dans mon laboratoire une autre catégorie de personnes. Je veux parler des amateurs ; on a quelquefois une tendance à donner à ce mot une signification défavorable ou à les considérer même comme négligeables ou gênants. Je tiens à dire que mon opinion est toute différente. Dans un service comme celui dont j'ai la charge, je pense qu'il faut réserver aux amateurs une place qui témoigne en quelle estime nous tenons leurs travaux désintéressés ; nos collections doivent être à leur disposition pour la classification des leurs. Ils ne s'occupent généralement que d'une famille, quelquefois d'un genre seulement ; mais ils y acquièrent une compétence bien supérieure à celle que le professeur, obligé de connaître un peu de tout, peut avoir dans leur spécialité. Ces amateurs rendent à l'Histoire naturelle en général, et au Muséum en particulier, les plus grands services, et sont pour nous de précieux collaborateurs.

Je compte sur eux pour mettre en valeur la partie de mes collections qu'ils connaissent, et, par l'ensemble de leurs efforts joints aux nôtres, faire une œuvre durable et éminemment scientifique.

D'ailleurs, il n'y a point dans la science de parties que nous ayons le droit de dédaigner ; dans son

infinie complexité elle est une, et quiconque s'applique à en étudier un point, quelque restreint qu'il paraisse, a droit à tous nos encouragements.

Et maintenant, Messieurs, il me reste à vous donner l'assurance que, nouveau venu dans cette illustre maison, je sens tout le prix et tout le poids de l'honneur qui m'a été fait en m'y appelant, et que, si l'héritage que j'ai reçu me surprend par sa grandeur, j'essaierai du moins de me montrer digne de ceux qui me l'ont transmis.

L. Joubin,
Professeur au Muséum.

LES ONDES AÉRIENNES

Les remarquables photographies de M. V. Boys, de la Société Royale de Londres, « ses projectiles pris au vol », ont jeté une vive lumière sur les phénomènes de la Balistique extérieure, jusqu'à ces derniers temps restés dans l'ombre. Expérimentateur habile, physicien éminent, savant modeste, M. V. Boys, après avoir exécuté des travaux sans précédent, en réduisant le temps de pose de ses photographies à $\frac{1}{25.000.000}$ de seconde, abandonna à d'autres le soin de tirer les conclusions qui s'imposaient et de faire les applications pratiques, conséquences de ses merveilleuses expériences.

Pour qu'une photographie instantanée soit nette, il faut qu'elle enregistre, qu'elle fixe à $\frac{1}{8}$ de millimètre près, dernier élément de longueur perceptible par les organes de la vue, la position du projectile.

Faire de l'instantané, comme disent les photographes, c'est réduire le « flou » résultant de la vitesse de l'objet à photographier à son minimum.

Si le projectile, par exemple, a une vitesse de 800 mètres par seconde, nous trouvons aisément que $\frac{1}{8}$ de millimètre correspond au temps

$$\theta = \frac{1}{6.400.000^e} \text{ de seconde.}$$

Or, M. Boys a dépassé cette limite. Nous ne décrirons pas ici ses procédés expérimentaux, infiniment supérieurs à ceux de MM. Mach et Salcher, les Autrichiens bien connus. Nous renvoyons le lecteur à la *Revue*[1] qui a publié un article à ce sujet.

I. — L'Épreuve photographique.

Examinons attentivement une des photographies de M. V. Boys. Qu'y remarquons-nous? Tout d'abord, la silhouette très nette de la balle, enveloppée à l'avant par une onde aérienne, terminée à l'arrière par une deuxième onde; puis, dans l'angle de cette dernière, derrière le culot, une sorte de bouillonnement torrentiel, en tous points semblable au remous produit à l'arrière des bateaux marchant à grande vitesse.

De quelle nature sont ces ondes aériennes, cette longue queue d'une comète que serait la balle? La simple inspection d'une photographie de M. Boys, où se trouvent représentées à la fois une onde sonore et une onde aérienne, nous oblige à reconnaître leur parfaite identité. Nous ne nous étendrons pas, d'ailleurs, sur ce sujet. La preuve de cette affirmation a déjà été faite et nous savons que les ondes aériennes obéissent aux mêmes lois que les ondes sonores, c'est-à-dire ne sont pas la progression d'un même élément, mais un mouvement vibratoire dont la vitesse est parfaitement connue.

Nous voici donc en présence d'un fait d'expérience. Pour des vitesses de projectiles supérieures à celle du son, il n'y a pas à la pointe de la balle qu'un phénomène d'écartement moléculaire. Une partie du travail nécessaire à la progression du projectile est absorbée par la formation des ondes aériennes et *rien que par ces ondes*.

Une aire de compression momentanément localisée, telle est l'onde avant.

Mais pourquoi, dira-t-on, l'onde arrière?

Quand il s'agit de méthodes expérimentales, il faut appliquer avant tout cette grande loi des sciences exactes, à laquelle les corps en mouvement sont essentiellement soumis : « Les mêmes causes produisent les mêmes effets ».

La pointe de la balle a fait naître l'onde avant. Nous conclurons : l'onde arrière a une origine analogue. C'est une balle d'air, si nous pouvons nous exprimer ainsi, qui l'a fait naître : c'est ce torrent qui bouillonne à l'arrière du culot qui l'a produite.

Notre étude se dédouble donc. Nous n'avons plus à examiner une seule balle. La deuxième, la balle d'air, n'est pas moins intéressante que la première. Comme elle, elle possède ses ondes, sa vitesse qui lui sont propres. Elle est susceptible de nous con-

[1] C. V. Boys : Les projectiles pris au vol. Méthode pour l'étude des mouvements dans les gaz. *Revue générale des Sciences* du 15 octobre 1892, t. III, p. 661 et suiv.

duire à des conclusions dont les applications pratiques paraissent immédiates.

II. — L'onde avant. Enregistrement automatique des vitesses initiales.

Par la connaissance des lois qui régissent la propagation de l'onde sonore ou de l'onde aérienne,

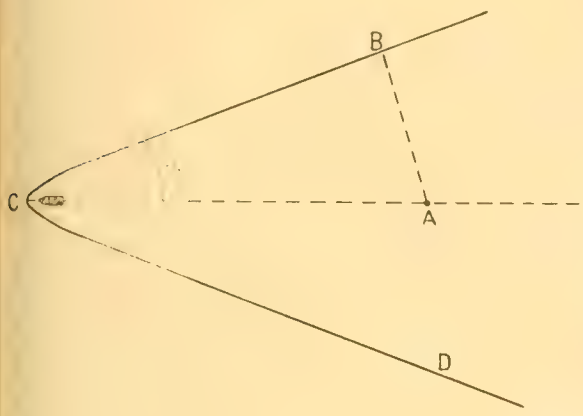


Fig. 1.

nous disposons d'un moyen pratique de mesure de la vitesse initiale.

Le projectile, étant en A au temps T (fig. 1), sera en C au temps $T+\theta$. Nous aurons donc :

$$AC = V_{(T+\theta)}\,\theta$$

ou, dans le triangle ABC rectangle en B :

$$V_{(T+\theta)} = \frac{AB}{\sin\alpha}, \text{ en posant } \widehat{BCA} = \alpha.$$

ou bien encore :

$$\sin\alpha = \frac{\text{vitesse du son}}{\text{vitesse du projectile}}.$$

Comme la vitesse du son est à peu près constante et que le sinus est fonction de l'angle, nous pourrons écrire :

$$V_{(T+\theta)} = F(\alpha).$$

Pour l'exactitude de la lecture de l'angle α, nous lirons l'angle $\frac{\widehat{BCD}}{2}$, car, comme nous le verrons dans la suite, l'angle de l'onde supérieure ou inférieure avec l'axe du projectile n'est pas constant.

Il paraît superflu d'insister sur les services que peut rendre, aux Commissions d'expériences des armes portatives, cette méthode éminemment simple d'enregistrement de vitesses initiales.

III. — L'onde arrière.

Il était facile de prévoir, puisque la balle se meut dans un milieu essentiellement compressible, *l'air*, qu'un appel de cet élément devait fatalement se produire à l'arrière du culot.

Quant à la formation des ondes, le raisonnement nous y faisait difficilement songer et l'on peut dire que l'expérience seule en a prouvé l'existence.

Examinons le phénomène de plus près et suppo-

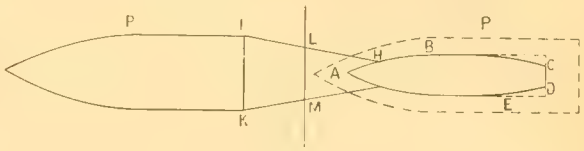


Fig. 2.

sons le projectile transporté, au bout du temps très court θ, de la position P à la position P′ (fig. 2).

Le vide se fera en P suivant ABCDE. En effet, pendant le temps θ, la vitesse « au vide » sera plus grande en CD qu'en A, en LM qu'en IK, et l'enveloppe « du vide », s'il nous est permis de nous exprimer ainsi, aura la forme de la figure 2.

Si nous supposons que, par suite du mouvement continu de la balle, il s'est établi en S (fig. 3) une aire à basse pression h, telle que $h < H$, la pression atmosphérique, l'air à la pression h se précipitera suivant la flèche dans l'espace libre AVUDCTJB, puisque cet air est plus mobile que l'air à la pression atmosphérique par suite de sa moindre densité. Il y aura choc sur les surfaces UV et TJ, par suite *formation de l'onde arrière*, puis déviation de

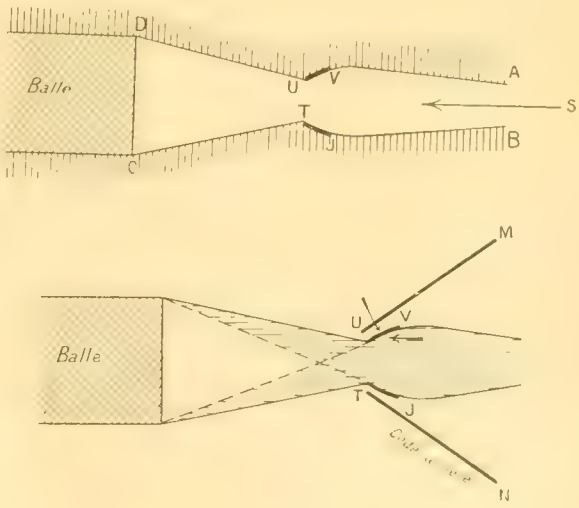


Fig. 3.

l'air suivant deux fuseaux (à la manière de l'eau sortant d'un entonnoir à extrémité tronconique) tels que UM et TN soient tangentes à UV et à TJ.

Or, tout ce que nous avons admis par le raisonnement est vérifié par l'expérience. Sur les photographies de M. Boys, on remarque, en effet, en arrière de la balle, une zone de dépression donnant

naissance à un remous, à la « balle d'air » arrière. De plus, les ondes arrière nous indiquent par leur inclinaison sur l'axe de la balle que la vitesse de cette balle d'air est supérieure à celle de sa devancière. Nous conclurons donc tout simplement :

L'onde arrière est une conséquence du travail de la balle d'air arrière, comme l'onde avant est une conséquence du travail de la balle.

nique de l'axe des projectiles. Ce mouvement peut encore se constater sur les photographies de M. Boys, car les différentes épreuves indiquent des position telles que AB et A'B' du projectile (fig. 4

Guidé par cette considération, nous avons été conduits à n'envisager que l'angle $\frac{\widehat{TAM}}{2}$ comme fonction des vitesses initiales, car si AB est l'axe de

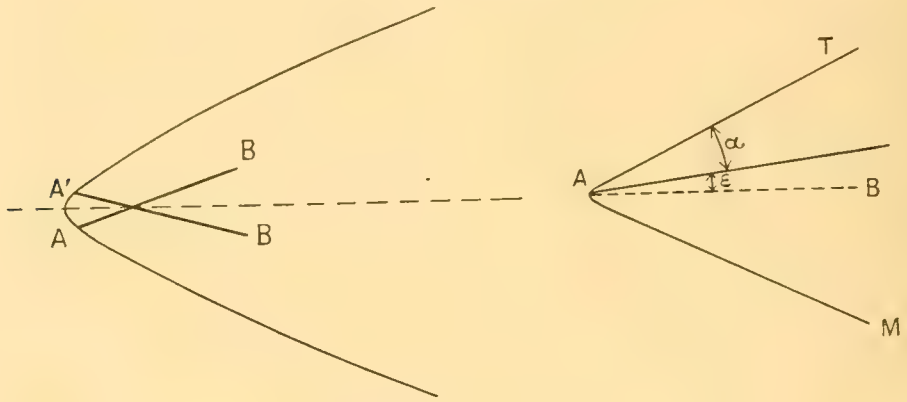


Fig. 4.

De l'inspection de la figure, nous pourrions tirer d'autres conclusions intéressantes, par exemple :

1° La vitesse au vide à la pression, de 760 millimètres n'est pas instantanée;

2° Cette vitesse est environ 25 kilomètres par seconde ;

3° Une partie du travail dépensé à l'avant se récupère à l'arrière, etc.

Mais nous sortirions vite du cadre de cet article.

IV. — Mouvement de l'axe du projectile.

Le raisonnement et l'expérience ont démontré depuis longtemps l'existence du mouvement co-

la balle, nous pourrions avoir comme expression de l'angle TAB ou BAM :

$$\alpha + \varepsilon \quad \text{ou} \quad \alpha - \varepsilon,$$

dont la demi-somme

$$\frac{\Sigma}{2} = \alpha - \frac{\widehat{TAM}}{2}$$

et est indépendante de ε.

Telles sont, succinctement résumées, les études que nous ont suggérées « les projectiles pris au vol » de M. Boys, de la Société Royale de Londres.

E. Coradin,
Lieutenant au 18e régiment d'infanterie.

LE CALCUL DES RATIONS ET DES SUBSTITUTIONS ALIMENTAIRES

Le problème de l'alimentation rationnelle du bétail est l'un des plus ardus de toute l'Économie rurale.

Lorsqu'un animal est insuffisamment nourri, il ne laisse point de bénéfice: « Toutes les fois qu'une machine marche sans produire, elle dépense, elle fait perdre; je le répète, dit Beaudement, bien nourrir coûte cher, mal nourrir coûte plus cher encore[1] ».

Si l'animal reçoit à discrétion des aliments grossiers, l'abdomen se dilate; s'il reçoit des aliments concentrés, il y a lieu de craindre des indigestions, des congestions intestinales, des gastrites, des entérites, des calculs vésicaux; de plus, la dépense engagée est souvent hors de proportion avec le résultat obtenu.

Entre ces deux cas extrêmes, il existe évidemment une quantité optimum d'aliments qui procure le maximum de bénéfices.

Dans un autre ordre d'idées, les éleveurs ont nettement établi que l'art de bien nourrir les animaux fournit l'un des meilleurs moyens d'améliorer les races. Enfin, les substitutions d'aliments peuvent procurer de sérieux bénéfices. De 1872 à 1900, d'après M. Lavalard, la Compagnie des Omnibus de Paris a réalisé, sur l'alimentation de ses chevaux, une économie de trente millions de francs par la substitution partielle du maïs à l'avoine. Mieux qu'un raisonnement abstrait, de tels chiffres montrent l'intérêt de la question qui nous occupe.

Nous disposons déjà de résultats techniques précis, de données expérimentales bien établies. Ces résultats, les praticiens peuvent les mettre à profit soit par des tâtonnements longs et incertains, soit par une méthode précise et sûre, donnant des solutions qui découlent logiquement des bases adoptées.

C'est cet emploi rationnel des résultats acquis à la science de l'alimentation que nous désirons mettre en lumière, en nous aidant de quelques notions simples d'Algèbre élémentaire.

A la vérité, ces notions sont encore trop élevées pour la masse des agriculteurs; mais les praticiens éclairés pourront les utiliser soit pour leur propre compte, soit pour répondre aux questions qui leur sont posées.

[1] Beaudement: *Principes de Zootechnie*, 1 vol. in-8°, Paris, 1869, p. 14.

I. — Bases du calcul des rations.

§ 1. — Les principes digestibles.

La ration est le poids d'aliments donné par tête et par jour. Elle dépend à la fois de l'aliment (nature, composition, volume, etc.) et de l'animal (espèce, race, âge, aptitudes individuelles, spéculation poursuivie, etc.)

Malgré la multiplicité de ces déterminants, la ration doit fournir à l'animal tout ce qu'il peut utilement transformer, afin d'éviter tout chômage, n'apporter que ce qui peut être utilement transformé, pour éviter tout gaspillage, et enfin procurer les principes digestibles au meilleur compte.

Ces principes sont nombreux (albumine, légumine, amides, lécithine, graisses, sucres, amidon, etc.). Ils jouent dans l'organisme des rôles variés, et, pour chaque production zootechnique, les divers principes digestibles prennent des valeurs physiologiques particulières.

Ainsi, au point de vue énergétique, deux théories sont actuellement en présence : la théorie des poids isodynamiques de Rubner et la théorie des poids isoglycosiques de Chauveau.

D'après Rubner, la chaleur de combustion des principes immédiats réellement désassimilés rend exactement compte de la chaleur produite par l'animal dans le même temps[1].

Les poids isodynamiques des principes digestibles sont les poids de ces principes qui produisent par leur combustion la même quantité de chaleur. Un poids de 240 d'albumine ou un poids de 240 d'hydrocarbonés fournissent la même quantité que 100 de graisse et ces poids seraient physiologiquement équivalents.

M. Laulanié, s'appuyant sur les travaux de M. Chauveau, formule contre cette théorie les critiques suivantes:

1° L'interprétation de Rubner ne serait admissible que si les divers principes immédiats étaient consommés sur place et sous leur forme initiale par le muscle en travail;

2° Le muscle est inhabile à consommer autre chose que du glycose, aliment nécessaire et exclusif du travail musculaire;

3° Il faut faire abstraction de l'énergie libérée dans le foie par les opérations qui transforment les principes immédiats et en extraient le glycose,

[1] Laulanié : *Energétique musculaire*, Paris, Masson.

énergie définitivement perdue pour le muscle;

4° Les chiffres de Rubner ne peuvent être que des poids isothermiques, mais non des poids isotrophiques.

Suivant M. Chauveau, l'énergie consacrée à la production du travail des muscles a sa source principale, sinon exclusive, dans la combustion du glycogène qui imprègne le tissu propre de ces organes. Par suite, la valeur énergétique d'un principe immédiat est proportionnelle à la quantité de glycose qu'il peut produire. Les poids isoglycosiques sont les poids de principes digestibles qui fournissent la même quantité de glycose.

Le tableau I indique les principaux chiffres donnés par les deux théories.

TABLEAU I. — *Poids isodynamiques et isoglycosiques de divers principes digestifs.*

SUBSTANCES	POIDS isodynamiques	POIDS isoglycosiques
Albumine	2,33	2,01
Graisse	1,00	1,00
Amidon	2,29	1,46
Sucre de canne	2,35	1,53
Glycose	2,55	1,61

L'assimilation et l'utilisation d'un poids connu de principe immédiat donnent lieu à un travail complexe qui rend difficile la détermination exacte de la quantité de chaleur ou de la quantité de glycose réellement livrées au muscle.

Par de nombreuses expériences comparatives, M. Chauveau a cependant pu vérifier le bien fondé de la théorie des poids isoglycosiques.

La valeur dynamique d'un aliment est égale à la somme des quantités de chaleur fournies par chaque principe digestible considéré isolément. La même remarque s'applique à la valeur glycosique.

La combustion dans un calorimètre, la transformation chimique en glycose, l'expérimentation directe sur les animaux permettent d'établir les poids isodynamiques, isoglycosiques, isotrophiques des nombreux principes nutritifs.

D'après les vues de M. Chauveau, il est difficile d'attribuer à l'alcool une valeur énergétique. Il faudrait, pour cela, que la molécule C^2H^6O pût reconstituer synthétiquement la molécule de glycose $C^6H^{12}O^6$. Toutefois, en dehors des questions d'intoxication, d'excitation nerveuse, d'élimination en nature, rappelons que certains animaux réduisent une partie de l'alcool ingéré à l'état de CO^2 et d'H^2O. La chaleur libérée dans cette combustion peut permettre une économie de glycose source d'énergie musculaire. C'est le rôle déjà connu de l'alcool aliment d'épargne.

L'ancienne division en principes plastiques et en principes respiratoires est abandonnée; par oxydation, l'albumine fournit de l'urée, de la graisse de réserve et du glycose source d'énergie; la fécule peut devenir un aliment de la substance en donnant de la graisse et des éléments qui concourent à l'édification des tissus.

Actuellement, par une simplification sans doute excessive, on convient de diviser les principes digestibles en trois groupes : azotés, gras et hydrocarbonés. On admet, en outre, qu'à poids égal, les graisses ont un pouvoir énergétique 2,4 fois plus élevé que celui des principes azotés et des principes hydrocarbonés. Cette convention admise, les poids de graisse multipliés par 2,4, les poids d'azotés et les poids d'hydrocarbonés deviennent comparables au point de vue énergétique.

§ 2. — Les aliments[1].

1. *Composition utile d'un aliment.* — D'après la conclusion du paragraphe précédent, les poids de principes digestibles comparables contenus dans 100 d'aliment sont :

le poids des matières azotées digestibles . . . . a
le poids des matières grasses digestibles $\times$ 2,4 ou $g \times 2{,}4$ . . . . . γ
le poids des matières hydrocarbonées digestibles. h

La somme de la graisse transformée, γ, et des hydrocarbonés, h, représente le poids des non-azotés digestibles contenus dans 100 d'aliment :

$$n = \gamma + h.$$

Le poids de matière sèche totale pour 100 d'aliment est **m**.

2. *Digestibilité.* — Désignons par **a** le poids d'azotés bruts ingérés et par a le poids d'azotés digérés par un animal.

Pour l'aliment et l'animal donnés, le coefficient de digestibilité des matières azotées prend la valeur particulière :

$$k = 100\frac{a}{\mathbf{a}}.$$

Des coefficients semblables peuvent être établis pour les graisses et les hydrocarbonés. On a toujours $0 < a < \mathbf{a}$, et, par suite, $0 < k < 100$.

[1] *Nomenclature écrite.* — Par convention, et pour plus de clarté dans l'exposé, nous désignerons constamment par des lettres minuscules les principes immédiats d'un aliment et par les majuscules correspondantes les mêmes principes contenus dans une ration ou dans un groupe d'aliments.

Tous les nombres relatifs aux poids de principes bruts seront figurés par des caractères **gras**, minuscules ou majuscules. Tous les nombres relatifs à la partie digestible des principes immédiats seront figurés par des caractères *italiques*, minuscules ou majuscules. Exemple :

A, se lit : azotés bruts d'une ration;
A, — azotés digestibles d'une ration;
a, — azotés bruts pour cent d'un aliment;
a, — azotés digestibles pour cent d'un aliment, etc.

Les hydrocarbonés sont divisés en deux groupes : les extractifs e (amidon, sucres, etc.) et la cellulose c. D'après Henneberg, on peut écrire :

$$h = e + c - e.$$

ou, en d'autres termes : les hydrocarbonés digestibles (extractifs digestibles + cellulose digestible), sont représentés par le poids brut des extractifs non azotés.

3. *Formules de constitution.* — Les aliments sont souvent définis par des formules de constitution : *somme nutritive, relation nutritive, rapport adipo-protéique.*

Ces formules peuvent être écrites d'une façon simple :

(1) Somme nutritive pour 100 : $s = a + \gamma + h = a + n$.

(2) Relation nutritive : $r = \frac{a}{\gamma + h} = \frac{a}{n} = \frac{1}{\left(\frac{n}{a}\right)} = \frac{1}{q}$.

(3) Rapport adipo-protéique : $f = \frac{\gamma}{a} = \frac{1}{\frac{a}{\gamma}} = \frac{1}{t}$.

Pour de la graisse entièrement digestible, on aurait $\gamma = 240$ et $s = 240$, d'où $0 < s < 240$.

Pour les principes immédiats azotés, gras ou hydrocarbonés, les formules (2) et (3) prennent des valeurs ou des formes $\frac{0}{b}$ ou $\frac{b}{0}$, symboles de l'indétermination ou de l'impossibilité.

Le rapport adipo-protéique est parfois calculé en prenant $f_1 = \frac{g}{a}$. L'importance de cette formule est d'ailleurs bien moindre que celle des deux autres.

4. *Tables de composition des aliments.* — L'analyse directe du fourrage fournit évidemment des données plus précises que celles inscrites dans les tables.

« Il ne faudrait pas croire, dit M. Mallèvre, que l'emploi des tables puisse remplacer à un degré quelconque la connaissance sérieuse des phénomènes de la nutrition ou le tact éclairé du praticien. Toutefois, les documents qu'elles renferment permettent, avec un peu de patience et d'habitude, d'obtenir d'utiles indications. »

Les tables de Wolff sont les plus connues[1]. Dans celles de Th. von Gohren[2] se trouvent indiqués, pour chaque principe immédiat, le minimum, le maximum et la moyenne probable. Les tables les plus récemment parues en France[3] fournissent les indications suivantes rapportées à 100 d'aliment :

Matière sèche totale (m);

Principes bruts : azotés (a), gras (g), extractifs non azotés (e), cellulose (c);

Principes nutritifs digestibles : protéiques (a), gras (g), hydrocarbonés (h);

Amides digestibles (α) et cellulose digestible (c), principes compris dans les poids précédents de principes digestibles;

Somme de principes nutritifs digestibles (s);

Relation nutritive (r).

§ 3. — **Les rations.**

1. *Rationnement proportionnel.* — La plupart des agriculteurs rationnent leurs animaux approximativement, sans aucune pesée. D'autres établissent une ration proportionnée : 1° à ce que l'animal peut ingérer (alimentation au maximum de Sanson); 2° à la surface du corps calculée en fonction du périmètre thoracique (méthode de Crevat); 3° au poids vif de l'animal (méthode de Wolff).

Cette dernière base est la plus fréquemment adoptée et l'on convient de fournir, par 1.000 kilogs de poids vif, soit des poids déterminés d'aliments connus (avoine, son, paille, etc.), soit des poids déterminés de matières digestibles.

Les praticiens ont observé que la quantité d'aliments nécessaire pour entretenir 1.000 kilogs de poids vif augmente lorsque le poids des sujets diminue : l'entretien de dix moutons de 50 kilogs exige plus d'aliments que celui d'un bœuf de 500 kilogs.

Aussi, dans les tables de Wolff, les rations varient-elles avec l'espèce, l'âge et la production poursuivie. Toutefois, pour chaque cas particulier, les rations restent proportionnelles aux poids vifs.

2. *Rationnement Crevat.* — M. Crevat fait remarquer que, « les diverses déperditions animales s'effectuant par les surfaces muqueuses et cutanées qui entourent le corps proprement dit, intérieurement et extérieurement, il est raisonnable d'admettre que, pour les animaux semblables et dans les mêmes conditions, les déperditions sont proportionnelles aux surfaces de déperdition et, par suite, aux carrés des dimensions homologues, le périmètre de poitrine, par exemple[1] ».

Le même auteur admet, en outre, que l'on peut, sans grande erreur, adopter les formules suivantes :

Ration en foin sec . . . . . $R = 5\,C^2$,
Poids vif de l'animal . . . . . $P = 80\,C^3$,

C étant le périmètre de poitrine mesuré derrière les épaules[2].

[1] *Tables de Wolff*, traduites par L. Grandeau, Paris, Maison Rustique, 1887.

[2] Sanson : *Traité de Zootechnie*, Maison Rustique.

[3] *Tables de Wolff*, remaniées par Lehmann, Paris, Imprimerie Nationale, 1902.

[1] *Alimentation rationnelle du bétail*, Lyon, Auguste Cote; p. 101.

[2] D'une façon plus générale, on peut écrire $R_q = qC^2$ et $P = kC^3$. Il est facile de construire les graphiques de rationnement donnés par les paraboles $R = qC^2$.

Par jour, on donne, pour $C = 1^m$, $R = 5$ kilogs de foin ; pour $C = 2^m$, $R = 20$ kilogs de foin, et ainsi de suite.

Il est possible d'éliminer C des deux formules ci-dessus, et l'on obtient :

$$P^2 = \frac{80^2}{5^3} R^3 \quad \text{ou} \quad P^2 = 51{,}2\, R^3.$$

En donnant à P les valeurs 0, 1, 2, 3..., on obtient des valeurs correspondantes de R que l'on peut grouper en tableau ou représenter dans un graphique de rationnement.

Pour un poids vif P', on a $P'^2 = 51{,}2 R'^3$, d'où :

$$\frac{R}{R'} = \frac{(\sqrt[3]{P})^2}{(\sqrt[3]{P'})^2}.$$

Dans l'hypothèse de Crevat, les rations sont donc proportionnelles aux carrés des racines cubiques des poids vifs.

Le tronc des mammifères domestiques peut être assimilé soit à un parallélipipède, soit à un cylindre, soit à un cylindre terminé par deux hémisphères, etc. Désignons, pour ce dernier solide, la longueur par l, le diamètre par d et la circonférence par C. La surface totale est :

$$S_t = \pi l d = lC.$$

M. Crevat admet, implicitement, que les surfaces-enveloppes sont toujours des polygones semblables dans lesquels $\frac{l}{l'} = \frac{C}{C'}$, ce qui donne :

$$\frac{R}{R'} = \frac{S_t}{S'_t} = \frac{lC}{l'C'} = \frac{l^2}{l'^2} = \frac{C^2}{C'^2}.$$

Par contre, si l'on admet qu'à une même longueur du tronc correspondent divers diamètres thoraciques et inversement, ce qui est conforme à la réalité des faits, on a, pour une longueur donnée, l :

$$\frac{R}{R'} = \frac{S_t}{S'_t} = \frac{lC}{lC'} = \frac{C}{C'}.$$

Dans ce dernier cas, les surfaces et les rations sont donc proportionnelles aux périmètres de poitrine et non aux carrés de ceux-ci.

Au surplus, l et $\frac{l}{C}$ sont rarement constants d'un animal à l'autre, de sorte que la formule la plus générale est :

$$\frac{R}{R'} = \frac{S_t}{S'_t} = \frac{lC}{l'C'} = \frac{l}{l'} \cdot \frac{C}{C'}.$$

Des rapports du même genre peuvent être facilement calculés pour des solides parallélipipédiques ou cylindriques.

3. *Rationnement progressif.* — En dehors du rationnement proportionnel au poids vif ou proportionnel au carré des périmètres de poitrine, nous pouvons établir une nouvelle base de rationnement qui tient compte de la remarque pratique déjà énoncée d'après laquelle le poids d'aliments à fournir par 1.000 kilogs de poids vif diminue lorsque le poids individuel des sujets augmente.

Il suffit, pour cela, d'admettre que les poids vifs croissent suivant une certaine progression, tandis que les poids de matières digestibles correspondants décroissent suivant une autre progression.

Considérons, par exemple, les deux progressions géométriques du tableau II :

TABLEAU II. — *Exemple de rationnement progressif.*

POIDS VIF INDIVIDUEL	MATIÈRE SÈCHE DIGESTIBLE par 1.000 kilogs de poids vif
$a' = 1$ kilog	$a = 100$ kilogs
$a'q' = 2$	$aq = 79{,}44$
4	aq^2
8	$aq^3 = 50{,}11$
16	aq^4
32	$aq^5 = 31{,}61$
64	aq^6
128	$aq^7 = 19{,}95$
256	aq^8
512	$aq^9 = 12{,}59$
$a'q'^{10} = 1024$	$aq^{10} = 10$

Si l'expérience a montré que 100 kilogs de matière sèche digestible sont nécessaires pour entretenir 1.000 animaux de 1 kilog et que 10 kilogs sont nécessaires pour un animal de 1.024 kilogs, quantités effectivement utilisées dans la pratique, nous pouvons écrire :

$$aq^{10} = 10$$
$$a = 100$$

$$\text{d'où : } q^{10} = \frac{1}{10} \text{ et } q = \sqrt[10]{\frac{1}{10}} = 0{,}7944.$$

Les valeurs prises par les poids de matière sèche peuvent être groupées dans un graphique de rationnement figuré par une courbe du genre des logarithmiques (fig. 1).

Au surplus, il est facile de multiplier les données expérimentales, d'établir de nouvelles progressions, tables et graphiques et de faire disparaître ainsi l'influence de l'espèce sur le taux de la ration.

La plupart des phénomènes naturels se traduisent graphiquement par des courbes dont l'allure se rapproche de celle des logarithmiques. Il n'est donc pas invraisemblable d'admettre que le rationnement varie suivant une courbe de ce genre.

Nous n'avons pas, d'ailleurs, l'intention d'ériger en principe ce mode de variation des rations et de remplacer un système par un autre système. Nous pensons seulement que notre interprétation fournit

un groupement logique des données relatives à la progression du rationnement. Les lois du rationnement nous sont encore inconnues ; mais, en en attendant la détermination, il nous est possible de généraliser en procédant par interpolation entre les données expérimentales prises deux à deux.

Nos applications sont calculées d'après les tables de rationnement de Wolff (hypothèse des rations proportionnelles aux poids vifs), mais les formules générales que nous établissons gardent toute leur valeur pour une autre table de rationnement.

4. *Normes d'alimentation.* — On peut ainsi s'astreindre à donner, par 1.000 kilogs de poids vif, une ou plusieurs des quantités suivantes de principes nutritifs :

Poids total de matières digestibles .	S
Poids de matières azotées digestibles.	A
Poids total de matière sèche	M
Poids de matières non azotées digestibles	N
Poids de graisse digestible	G
Poids d'hydrocarbonés digestibles .	H
Poids de cellulose brute inférieur à.	C

Les solutions obtenues en s'appuyant sur les quantités A et N sont identiques à celles qu'on obtient en partant des poids S et A, puisque $S = A + N$.

La relation nutritive de la ration peut s'écrire : $R = \frac{A}{N}$ ou $R = \frac{A}{S - A}$. Dans ces formules, deux quantités étant connues, la troisième l'est aussi.

On assigne parfois une limite supérieure au poids de cellulose brute, le travail de la digestion variant dans le même sens que ce poids.

Dans les rations, les rapports R et F ont souvent des valeurs fixées à l'avance et comprises entre les limites suivantes :

$$\frac{1}{12} < R < \frac{1}{4}, \quad \text{et } \frac{1}{2} < F = \frac{G \times 2{,}4}{A} < 1.$$

Nous nous appuierons sur les conditions essentielles suivantes : fournir, par 1.000 kilogs de poids vif, A de matières azotées digestibles, N de matières non azotées digestibles, M de matière sèche totale.

Ces quantités, désignées sous le nom de normes d'alimentation, varient avec les espèces, l'âge, la spéculation poursuivie. Les normes les plus précises sont données par les tables de Wolff, remaniées par Lehmann. Elles n'ont rien d'absolu et ne conduisent pas à une solution parfaite du problème du rationnement. Néanmoins, les rations ainsi obtenues sont les plus exactes à indiquer *a priori*. Il y a toujours lieu, dans l'application, de considérer les indications du calcul comme des approximations, de surveiller les effets produits par la ration essayée (variation du poids, appétit, marche de la digestion, etc.), et de modifier légèrement, en plus ou en moins, les quantités indiquées par le calcul.

5. *Ration d'entretien et ration de production. Cas des moteurs animés.* — Il est bien évident que, si l'animal fournit des utilités : travail, lait, etc., il faut ajouter à la *ration d'entretien* un supplément de matières digestibles en rapport avec la quantité d'utilités fournies et constituant la *ration de production*.

Prenons, par exemple, le cas d'un cheval qui fournit par jour un travail total de T kilogrammètres, dont $\frac{1}{4}$ T de débit kilogrammétrique utile[1] et $\frac{3}{4}$ T de travail onéreux (fonctionnement des organes et transport de l'animal). Le nombre de calories nécessaire à la production de ce travail est $\frac{T}{425}$.

D'un autre côté, la combustion de 1 gramme d'hydrocarbonés donne 4 cal. 1 ; la combustion de 1 gramme d'azotés donne 5 cal 3 ; mais, les azotés étant toujours incomplètement oxydés dans l'organisme, leur pouvoir thermogène n'est pas supérieur à celui des hydrocarbonés, soit 4 cal. 1 par gramme ; enfin, la chaleur de combustion des graisses est de 9 cal. 4 par gramme.

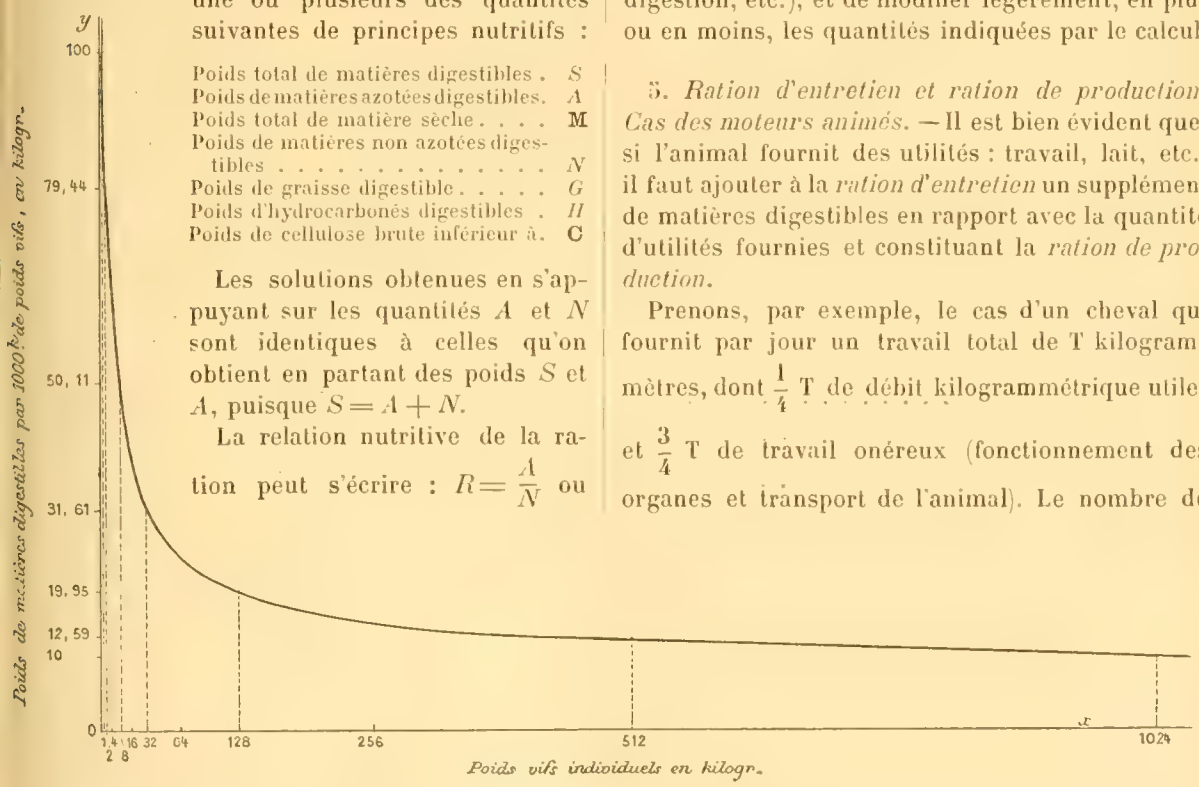


Fig. 1. — *Graphique de rationnement établi avec* $x = a'q'^n$ *et* $J = a\ q^n$ *pour* $a' = 1$, $q' = 2$, $a = 100$ *et* $q = 0{,}7944$

[1] Dechambre et Curot : *Les aliments du cheval*, Paris, Asselin et Houzeau, 1903.

Par 100 grammes d'aliment renfermant a, g, h, en *grammes*, on obtient donc :

$$(a \times 4,1 + g \times 9,4 + h \times 4,1) \text{ calories,}$$

ou :

$$4,1\ (a + g \times 2,3 + h) \text{ calories,}$$

ou, à une décimale près,

$$4,1\ (a + g \times 2,4 + h) = 4,1\ (a + \gamma + h) = (4,1\,s) \text{ calories,}$$

soit 41 s calories par kilog d'aliment.

Désignons par S le poids *en kilogs* de matières digestibles à fournir et nous pourrons écrire l'équation thermique :

$$S \times 1000 \times 4,1 = \frac{T}{425}, \text{ d'où } S = \frac{T}{1.742.500}.$$

6. *Application.* — Un cheval de trait pesant 500 kilogs fournit par jour un travail utile de 1.000.000 de kilogrammètres, et, simultanément, un travail onéreux de 3.000.000 de kilogrammètres. Calculer le poids de matières digestibles à faire entrer dans sa ration.

D'après le graphique de rationnement, nous pouvons donner, en nombre rond, 6 kilogs de principes digestibles pour l'entretien de 500 kilogs de poids vif. Nous prendrons donc les poids suivants de principes digestibles :

Pour l'entretien S_e	6 kil.
Pour la production $S_p = \frac{4.000.000}{1.742.500}$ . . .	2,295
Poids total de principes digestibles . .	8,295

Ce poids total de principes digestibles peut être obtenu avec un ou plusieurs aliments.

Fournir à un animal des poids A, N, **M** de matières alimentaires ou remplacer, dans une ration, des poids A, N, **M** de matières alimentaires au moyen d'aliments substitués à d'autres aliments, sont deux problèmes du même genre pouvant être résolus par la même méthode.

II. — Théorie et pratique du calcul.

§ 1. — Rations et substitutions établies avec un aliment.

La seule inconnue est le poids de l'aliment. Cette inconnue peut être calculée avec une équation. Si l'on a recours à plusieurs équations, il faut que le poids d'aliment trouvé en résolvant l'une d'elles soit égal aux poids trouvés en résolvant les autres.

La relation nutritive et le rapport adipo-protéique sont indépendants du poids et du degré de concentration de l'aliment. Avant tout calcul, il faut donc s'assurer que l'aliment considéré présente une relation nutritive et un rapport adipo-protéique voisins de ceux que l'on s'impose.

Les quantités que l'on peut faire varier sont la somme nutritive, S, et le poids de matière sèche, **M**. La somme nutritive, plus importante que le poids de matière sèche, sert de base au calcul. Mais il est nécessaire que le poids d'aliment trouvé renferme une quantité de matière sèche voisine de celle à fournir.

Désignons par S la somme d'unités nutritives imposées, par s la somme nutritive pour 100 kilogs d'aliments et par x le poids d'aliment cherché. On a :

$$\frac{s}{100} x = S, \quad \text{d'où} \quad x = 100 \frac{S}{s}.$$

Les substitutions isoprotéiques, iso-adipeuses, isocarbonées, isodynamiques, isoglycosiques, qui n'admettent qu'une seule variable, sont calculées de la même façon.

Exemple I. — Deux chevaux, pesant ensemble 1.000 kilogs et soumis à un travail moyen, doivent recevoir :

$$S = 14 \text{ kgs } 400 \quad \text{et} \quad \mathbf{M} = 24 \text{ kgs} \quad \text{avec} \quad R = \frac{1}{6,2}.$$

Etablir la ration avec du sainfoin sec renfermant :

$$s = 48, \quad \mathbf{m} = 85 \quad \text{et} \quad r = \frac{1}{4,2}.$$

Le poids de sainfoin à fournir est :

$$x = 100 \frac{14,4}{48} = 30 \text{ kilogs.}$$

La relation $\frac{1}{4,2}$, plus étroite que la relation $\frac{1}{6,2}$, convient parfaitement. Quant à la matière sèche contenue dans 30 kilogs de sainfoin, son poids est de $\frac{85 \times 30}{100} = 25$ kilog. 500, soit un écart acceptable de 1 kil. 500 avec le poids prévu pour la matière sèche de la ration.

Exemple II. — Remplacer, dans une ration, 100 kilogs d'orge par de la farine de maïs. Pour l'orge, les tables donnent :

$$\mathbf{m} = 85, \quad s = 75, \quad r = \frac{1}{9,7};$$

pour la farine de maïs :

$$\mathbf{m}' = 87, \quad s' = 86, \quad r' = \frac{1}{9,8}.$$

Le poids de farine de maïs à employer est :

$$x = 100 \frac{75}{86} = 87 \text{ kgs } 200.$$

Les relations nutritives, r et r', sont suffisamment voisines pour rendre la substitution possible. Toutefois, dans 87 kil. 200 de farine de maïs, le poids de matière sèche est de 75 kilogs au lieu de 85 kilogs contenus dans 100 kilogs d'orge.

§ 2. — Rations et substitutions établies avec deux aliments.

Les deux inconnues, x et y, sont les poids respectifs des deux aliments. Ces poids sont déterminés au moyen de deux égalités basées sur les poids des azotés (a et a') et des non azotés (n et n').

Il suffit d'écrire que le poids des azotés fournis par x, augmenté du poids des azotés fournis par y, donne un total égal au poids de matière azotée à fournir, A.

En raisonnant de même sur les non azotés à fournir N, on obtient les deux équations :

$$ax + a'y = 100\,A;$$
$$nx + n'y = 100\,N.$$

Les poids A et N étant pris pour base du calcul, le mélange $x + y$ fournit exactement la somme nutritive et la relation nutritive fixées à l'avance.

Par contre, les poids de graisse et de matière sèche ne figurant pas individuellement dans le calcul de la ration, il faut que le rapport adipo-protéique et le poids de matière sèche du mélange $x + y$ soient voisins de ceux que l'on s'impose.

La résolution des équations donne :

$$x = 100\,\frac{An' - a'N}{an' - na'},$$
$$y = 100\,\frac{aN - An}{an' - na'}.$$

Les valeurs de x et de y doivent être positives, condition remplie lorsque les numérateurs et les dénominateurs sont simultanément positifs ou négatifs.

Avec les termes positifs on obtient :

$$\frac{a'}{n'} < \frac{A}{N} < \frac{a}{n} \quad \text{ou} \quad r' < R < r;$$

Avec les termes négatifs on obtient :

$$\frac{a}{n} < \frac{A}{N} < \frac{a'}{n'} \quad \text{ou} \quad r < R < r'.$$

D'où la règle : Pour que deux aliments puissent constituer une ration ou remplacer un aliment donné, il faut que la relation nutritive de la ration ou de l'aliment donné soit comprise entre les relations nutritives des deux aliments considérés.

Exemple III. — Un agriculteur manquant de foin a reconnu qu'il était possible de nourrir des bœufs de travail ou des chevaux avec un mélange de balles de froment humectées d'eau et de son de blé[1].

Etablir la ration de trois bœufs pesant ensemble 1.500 kilogs et demandant $A = 3$ kilogs, $N = 19$ kilogs et $\mathbf{M} = 38$ kilogs. Les tables de composition donnent :

Pour les balles. . . .	$\mathbf{m} = 85,\ a = 1{,}5,\ n = 25$
Pour le son	$m' = 86,\ a' = 10,\ n' = 56$

[1] M. Schlœsing a indiqué un calcul semblable pour une substitution de paille et de tourteau au foin.

Les deux équations :

$$1{,}5\,x + 10\,y = 300 \quad \text{et} \quad 25\,x + 50\,y = 1.900$$

fournissent les solutions :

$$x = 22 \text{ kgs } 860 \text{ de balles} \quad \text{et} \quad y = 26 \text{ kgs } 571 \text{ de son}$$

Il est facile de vérifier que ce mélange fournit 3 kilogs de matières azotées digestibles et 19 kilogs de matières non azotées digestibles.

En outre, le mélange renferme 42 kil. 282 de matière sèche, nombre voisin de celui recherché pour la ration, $\mathbf{M} = 38$ kilogs.

Exemple IV. — Remplacer 100 kilogs d'avoine par un mélange de maïs et de féverole.

Pour l'avoine.	$A = 8$ et $N = 55$
Pour le maïs	$a = 8$ et $n = 78$
Pour la féverole	$a' = 22$ et $n' = 53$

Les deux équations à résoudre,

$$8\,x + 22\,y = 800 \quad \text{et} \quad 78\,x + 53\,y = 5.500,$$

donnent :

$$x = 60 \text{ kgs } 835 \text{ de maïs} \quad \text{et} \quad y = 14 \text{ kgs } 241 \text{ de féverole.}$$

§ 3. — Rations et substitutions établies avec trois aliments.

Les poids x, y, z des trois aliments sont obtenus en se basant :

1° Sur les poids de principes digestibles, A, G, H;

2° Sur les formules de constitution, S, R, F;

3° Sur les poids de principes immédiats, A, N, $\mathbf{M}$.

Les deux premiers systèmes d'équations se confondent et fournissent des solutions identiques. Toutefois, les équations basées sur les poids A, G, H se présentent sous une forme plus simple que celles qu'on établit sur la somme nutritive, la relation nutritive et le rapport adipo-protéique.

Les poids de matières azotées digestibles A, de matières non azotées digestibles N, et de matières sèches $\mathbf{M}$ étant les plus importants à réaliser dans une ration, nous les prendrons pour base du calcul.

Les équations à résoudre sont les suivantes :

$$ax + a'y + a''z = 100\,A;$$
$$nx + n'y + n''z = 100\,N;$$
$$\mathbf{m}x + \mathbf{m}'y + \mathbf{m}''z = 100\,\mathbf{M}.$$

Les valeurs de x, y, z, tirées de ces équations, se présentent sous la forme de fractions ayant un dénominateur commun :

$$D = an'\mathbf{m}'' - an''\mathbf{m}' + a''n\mathbf{m}' - a'n\mathbf{m}'' + a'n''\mathbf{m} - a''n'\mathbf{m}.$$

Quant aux numérateurs de ces fractions, que nous désignerons par X, Y, Z, leurs valeurs s'écrivent :

$$\mathbf{X} = An'\mathbf{m}'' - An''\mathbf{m}' + a''N\mathbf{m}' - a'N\mathbf{m}'' + a'n''\mathbf{M} - a''n'\mathbf{M};$$
$$\mathbf{Y} = aN\mathbf{m}'' - an''\mathbf{M} + a''n\mathbf{M} - An\mathbf{m}'' + An''\mathbf{m} - a''N\mathbf{m};$$
$$\mathbf{Z} = an'\mathbf{M} - aN\mathbf{m}' + An\mathbf{m}' - a'n\mathbf{M} + a'N\mathbf{m} - An'\mathbf{m}.$$

Nous avons ainsi :

$$x = 100\frac{X}{D} = \frac{100}{D} \times X,$$

$$y = 100\frac{Y}{D} = \frac{100}{D} \times Y,$$

$$z = 100\frac{Z}{D} = \frac{100}{D} \times Z.$$

Le calcul numérique des valeurs de x, y, z est rendu facile en raison de la symétrie des termes. Les résultats sont, d'ailleurs, obtenus plus rapidement et plus sûrement par la méthode indiquée que par les tâtonnements auxquels on a recours en pareil cas. Lorsque le calcul conduit à une valeur négative pour l'un des aliments, on peut conclure qu'un mélange des trois aliments ne saurait satisfaire aux conditions que l'on impose à la ration. Il faut alors modifier les conditions de la ration ou remplacer par un autre l'aliment dont la quantité est négative.

Exemple V. — On veut nourrir un cheval du poids de 550 kilogs avec un mélange de foin, d'avoine et de paille contenant 1 kilog de matières azotées digestibles, 8 kil. 200 de matières non azotées digestibles, et 15 kilogs de matière sèche. Calculer la ration.

Les données du problème sont les suivantes :

TABLEAU III. — *Données pour le calcul de la ration d'un cheval.*

FOIN x	AVOINE (y)	PAILLE z	RATION $(x + y + z)$
$a = 6$ $n = 45$ $\mathbf{m} = 86$	$a' = 8$ $n' = 55$ $\mathbf{m}' = 87$	$a'' = 0,8$ $n'' = 36$ $\mathbf{m}'' = 86$	$A = 1$ $N = 8,200$ $\mathbf{M} = 15$

Pour obtenir les poids de foin, d'avoine et de paille, il suffit de remplacer, dans les formules précédentes, les lettres par leur valeur numérique.

Voici, à titre d'exemple, le calcul du dénominateur commun D :

Calcul du dénominateur.

$an'\mathbf{m}'' = 6 \times 55 \times 86 = +$	28.380	
$an''\mathbf{m}' = 6 \times 36 \times 87 = -$		18.792
$a''n\mathbf{m}' = 0,8 \times 45 \times 87 = +$	3.182	
$a'n\mathbf{m}'' = 8 \times 45 \times 86 = -$		30.960
$a'n''\mathbf{m} = 8 \times 36 \times 85 = +$	24.480	
$a''n'\mathbf{m} = 0,8 \times 55 \times 85 = -$		3.748
$D =$	55.992 —	53 492
$D =$	2.500	

Les valeurs de X, Y, Z, sont obtenues de la même façon, ce qui donne :

$$x = \frac{100}{D} \times X = \frac{100}{2.500} \times 197,2 = 7\text{ kgs},888 \text{ de foin},$$

$$y = \frac{100}{D} \times Y = \frac{100}{2.500} \times 163,2 = 6\text{ kgs},528 \text{ d'avoine},$$

$$z = \frac{100}{D} \times Z = \frac{100}{2.500} \times 85,6 = 3\text{ kgs},245 \text{ de paille}.$$

Il est facile de vérifier que ces poids d'aliments fournissent les quantités de principes alimentaires que l'on désire faire entrer dans la ration.

Exemple VI. — Remplacer 100 kilogs d'avoine par un mélange d'avoine, de maïs et de féverole.

Ce problème est impossible à résoudre au moyen d'un système de trois équations puisque, l'avoine étant prise pour base, on a, pour ce grain : $a = A$, $n = N$, $\mathbf{m} = \mathbf{M}$, ce qui donne une solution de la forme :

$$x = 100\frac{B}{B} = 100 \text{ kilogs d'avoine}.$$

Pour résoudre le problème, il suffit de fixer, arbitrairement, la quantité d'avoine à conserver, 50 °/₀, par exemple, et de chercher, comme il a été dit précédemment, les poids de maïs et de féverole pouvant fournir les poids d'azotés et de non azotés contenus dans 50 kilogs d'avoine. On arrive ainsi au mélange suivant :

Avoine	50 kilogs
Maïs	30,418
Féverole	7,120

qui fournit exactement les matières nutritives contenues dans 100 kilogs d'avoine.

§ 4. — Rations et substitutions établies avec plus de trois aliments.

Le remplacement de certains principes digestibles d'un aliment par des poids égaux des mêmes principes fournis par un autre aliment n'est pas toujours une opération avantageuse. C'est ainsi que, dans la ration des moteurs animés, une forte partie de la graisse peut être remplacée par des hydrates de carbone, moins coûteux. A plus forte raison, ne faut-il pas chercher à remplacer, poids pour poids, les amides par des amides, les sucres par des sucres, etc.

Cette remarque pratique permet de comprendre pourquoi le procédé de calcul appliqué dans les exemples précédents ne peut pas être beaucoup généralisé. En outre, comme il est nécessaire d'écrire autant d'équations que l'on cherche de poids d'aliments, le calcul devient compliqué dès que l'on se trouve en présence de quatre inconnues.

Aussi, est-il préférable de fixer, empiriquement, des poids connus pour certains aliments, de manière à ne conserver que deux ou trois quantités inconnues qui sont calculées comme il est dit précédemment.

III. — CONTRÔLE ÉCONOMIQUE DES RATIONS ET DES SUBSTITUTIONS.

1. *Coefficients de valeurs relatives.* — Les zootechniciens évaluent ordinairement les principes

digestibles en se basant sur la valeur commerciale réalisée en donnant à tel ou tel animal un kilog de protéine, ou un kilog de graisse, ou un kilog de matières hydrocarbonées.

Voici, pour la protéine, la graisse et les hydrocarbonés quelques séries de coefficients proposés :

TABLEAU IV. — *Valeurs commerciales relatives des principes digestibles.*

AUTEURS	PROTÉINE	GRAISSE	HYDROCARBONÉS
Crispo (1) . . .	6	2	1
Wagner (2) . .	6	2,5	1
Julius Kühn (3)	6	2,4	1
Kœnig (4) . . .	3	2	1
Sanson (5). . .	1	?	?
Rübner	1	2,4	1

2. *Méthode de Crispo.* — D'après les coefficients de M. Crispo, il faut admettre que, si les hydrocarbonés valent 0 fr. 10 le kilog, les graisses valent 0 fr. 20 et la protéine 0 fr. 60. D'une façon plus générale, x étant le prix d'un kilog d'hydrocarbonés digestibles, le prix du kilog de graisse est $2x$ et celui du kilog de protéine $6x$. Désignons maintenant par a, g, h, les poids de principes digestibles par 100 kilogs et par P le prix des 100 kilogs d'aliments. Nous avons :

$$6ax + 2gx + hx = P,$$

d'où :

$$x = \frac{P}{6a + 2g + h}.$$

En appliquant cette formule à du foin payé 8 fr. 80 les 100 kilogs et renfermant $a = 6,4$; $g = 1,4$; $h = 44,8$, on arrive à :

x, prix du kilog d'hydrates de carbone . .	0 fr. 1023
$2x$, prix du kilog de graisse	0 fr. 2046
$6x$, prix du kilog de protéine.	0 fr. 6138

La même méthode de calcul s'applique aux autres séries de coefficients du tableau précédent.

3. *Méthode de Kühn.* — Julius Kühn (*loc. cit.*) a établi ses coefficients d'évaluation d'après les considérations suivantes : 1° la graisse ayant un pouvoir dynamique 2,4 fois supérieur à celui des hydrocarbonés est estimée 2,4 fois plus cher que ces derniers; 2° la relation nutritive qui convient le mieux à l'alimentation des bêtes bovines étant la relation

$$r = \frac{a}{\gamma + h} = \frac{1}{6},$$

les azotés digestibles seront comptés à un prix six fois plus élevé que les hydrocarbonés, d'où, pour des poids égaux, le rapport :

$$\frac{\text{valeur de } h}{\text{valeur de } a} = \frac{1}{6}.$$

A cette manière de voir, nous objecterons :

1° Que J. Kühn confond, implicitement, deux rapports différents, $\frac{a}{h}$ et $\frac{a}{\gamma + h}$, et qu'il admet la relation.

$$\frac{\text{valeur de } h}{\text{valeur de } a} = \frac{\text{poids de } a}{\text{poids de } (\gamma + h)} = \frac{1}{6};$$

2° Que les rations les plus avantageuses, y compris celles fournies aux Bovidés, présentent des relations nutritives qui varient au moins de $\frac{1}{5}$ à $\frac{1}{10}$, et qu'on pourrait écrire, conformément aux vues de Kühn :

$$\frac{1}{10} < \frac{\text{valeur de } h}{\text{valeur de } a} < \frac{1}{5}.$$

3° Que, pour deux substances données, le rapport des valeurs n'est pas forcément égal au rapport inverse de deux poids connus de ces substances.

C'est dire combien, dans la *règle de Kühn*, le choix du coefficient 6 pour l'évaluation relative des matières azotées est conventionnel.

4. *Méthode de Sanson.* — M. Sanson distingue la valeur nutritive des aliments de leur valeur commerciale. Il définit la valeur nutritive en disant que « le meilleur aliment, le plus nutritif, est celui qui, à poids égal de substance organique, en fournit la proportion la plus élevée à la digestion, en raison de sa composition et de ses propriétés ». D'après cette définition, les éléments digestibles protéiques, gras et hydrocarbonés sont considérés comme d'égale valeur nutritive; c'est la somme de leurs poids qui fixe la valeur nutritive de 100 kilogs d'aliment. Chaque poids de principe digestible aurait donc 1 comme coefficient de valeur alimentaire relative.

M. Sanson dit que la valeur commerciale des aliments est leur estimation en argent. A l'égard des aliments concentrés, il adopte un mode particulier d'évaluation d'après lequel il admet que les extractifs hydrocarbonés diminuent la valeur de l'aliment au lieu de l'augmenter : « Moins l'aliment concentré est relativement riche en extractifs, plus est grande sa valeur réelle. De deux aliments concentrés comparés, le plus avantageux, eu égard à

[1] *J. agric. pratique*, 6 octobre 1881.

[2] *Mathématiques et comptabilité agricoles*, Paris, Maison Rustique, 1891.

[3] *Alimentation de bêtes bovines*, Trad. RAQUET et SCHOLL, Paris, Asselin et Houzeau, p. 210.

[4] Ouvrage de Kühn, note de la page 209.

[5] *Alimentation des animaux moteurs et comestibles*, Paris, Maison Rustique, 1887.

sa valeur nutritive, est toujours celui qui en contient le moins. Il est donc impossible d'attribuer justement aux extractifs une valeur commerciale. Celle-ci ne s'apprécie exactement que par l'évaluation de la protéine et des matières solubles dans l'éther. Ayant à acheter un aliment concentré, il faut donner la préférence à celui qui fournira l'unité de protéine et de matières grasses au plus bas prix ».

Cependant, à l'encontre de la base d'évaluation qu'il propose, M. Sanson ne fait figurer dans le calcul de l'appréciation comparative des aliments concentrés que le poids de protéine. Il calcule le prix du kilog de protéine en divisant le prix de 100 kilogs d'aliment par le poids de protéine brute. Voici un exemple de ce mode d'appréciation :

TABLEAU V. — *Appréciation des aliments concentrés, d'après Sanson.*

ORDRE de préférence	ALIMENTS		PRIX des 100 kilogs	PROTÉINE brute par 100 kilogs	PRIX du kilog de protéine brute	GRAISSE brute par 100 kilogs
			fr. c.	kilogs	fr. c.	kilogs
1er	Grains	Féverole	22 »	25,5	*0,86*	»
2e		Maïs	14 »	10,0	*1,40*	»
3e		Orge	20 »	10,0	*2* »	»
1er	Tourteaux	Sésame	12 »	34,5	*0,35*	11,7
2e		Arachide	16 »	47,5	*0,35*	7,1
3e		Colza	18 »	30,3	*0,60*	9,5
4e		Lin	28 »	28,0	*1* »	10,0

5. *Méthodes d'évaluation énergétique.* — La méthode de Sanson a été à peu près délaissée pour celle qui consiste à attribuer, d'après sa puissance énergétique, une valeur déterminée à l'unité de poids de chacun des trois principaux groupes d'éléments nutritifs, protéine, graisse et hydrocarbonés. Cette méthode n'est cependant pas à l'abri de toute critique. Un bloc de bois peut être utilisé comme combustible; il peut encore donner du charbon, des acétates, du papier, etc. Dans chaque cas, la matière première prend une certaine valeur d'usage. De même, un kilog de protéine prend des valeurs différentes suivant qu'il est employé à produire du lait, du travail moteur ou de la viande.

Les théories de Rubner et de Chauveau envisagent seulement la production d'énergie animale (chaleur, contraction des muscles, travail utile, etc.). Or, les spéculations zootechniques ne sont pas limitées à la production du travail moteur, et il paraît peu logique d'apprécier d'après leur pouvoir dynamique ou d'après leur pouvoir glycosique les principes immédiats utilisés à la production du lait, de la graisse, de la substance vivante. Aussi, les appréciations isodynamiques et isoglycosiques ont-elles surtout de l'intérêt pour le rationnement des moteurs animés. Toutefois, les normes de rationnement, n'ayant pas été basées sur les théories énergétiques, conservent leur valeur pour les productions particulières et pour les animaux auxquels elles s'appliquent.

De même qu'on estime les engrais d'après leur richesse en azote, en acide phosphorique et en potasse, on a cherché à estimer les aliments d'après leur teneur en principes digestibles azotés, gras et hydrocarbonés. La base actuellement la plus employée, à cet effet, repose sur l'utilisation de la somme nutritive calculée d'après les vues de Rubner :

$$s = a + g \times 2{,}4 + h.$$

Désignons par p le prix d'un kilog de matière nutritive et P le prix de 100 kilogs d'aliments et nous aurons :

$$p(a + g \times 2{,}4 + h) = ps = P, \quad \text{d'où} \quad p = \frac{P}{s}.$$

Plus le prix du kilog de matière digestible est bas, plus l'aliment serait avantageux.

Théoriquement, la graisse est ainsi cotée 2,4 fois plus cher que les deux autres principes alimentaires. Pratiquement, le prix du sucre, de la caséine transformée en fromage, du beurre, de l'huile comestible, etc., ne sont liés par aucune relation nette. Néanmoins, l'intuition de la haute valeur alimentaire des graisses date de longtemps : « L'olivier, dit M. Vidalin[1], était un arbre sacré chez les Grecs; les Romains tenaient le noyer pour divin en appelant la noix gland de Jupiter. Voilà comment, par instinct, les anciens honoraient les sources de la graisse, l'aliment le plus rare et néanmoins le plus indispensable ». Voici un classement de quelques grains basé sur leur puissance dynamique :

TABLEAU VI. — *Exemple d'appréciation dynamique des aliments.*

GRAINS	SOMME d'unités nutritives s	PRIX des 100 kilogs de grain P	PRIX du kilog de matière nutritive p
		fr. c.	fr. c.
Blé	78,88	20 »	0 25
Orge	70,82	16 »	0 23
Avoine	63,02	20 »	0 31
Maïs	86,0	18 »	0 21
Féverole	75,36	22 »	0 29
Seigle	79,14	15 »	0 19

6. *Modes d'appréciation du bénéfice réalisé.* — L'économie d'une substitution d'aliments est facilement calculée par une soustraction entre la valeur des aliments employés *avant* la substitution et la valeur des aliments employés *après* la substitution. Ainsi, dans le cas de l'avoine remplacée

[1] *Agric. du centre de la France*, Tulle, 1898, p. 309.

par un mélange de maïs et de féverole, nous avons :

Avant.

100 kilogs d'avoine qui valent.		20 fr. »

Après.

61 kilogs maïs à 18 fr. les 100 kilogs . .	10 fr. 98	14 fr. 11
14 kgs,250 féverole à 22 fr. les 100 kilogs.	3 fr. 13	
Économie par 100 kilogs		5 fr. 89

Si la substitution porte sur 60 quintaux d'avoine, nous dirons simplement que le bénéfice *total* réalisé, le seul important à connaître, est de 353 fr. 40.

Quelques auteurs calculent la valeur zootechnique d'une ration ou d'une substitution d'après le bénéfice obtenu : 1° par tête de bétail; 2° par 100 francs de capital engagé (Crevat); 3° par 100 francs d'aliment consommé, etc.

De même que pour les améliorations culturales, ces évaluations *relatives* appliquées aux spéculations zootechniques peuvent conduire à des conclusions en opposition avec les intérêts bien compris des agriculteurs.

L'appréciation rationnelle de l'économie des rations doit être basée sur la réalisation, dans le moindre temps et d'une façon durable, du bénéfice net total le plus élevé pour l'étable considérée dans son ensemble.

Nous ne pouvons, ici, développer en détail ce point particulier. Disons, pourtant, que le bénéfice net doit être apprécié en lui-même; qu'il ne doit pas être rapporté au capital engagé, l'intérêt de ce dernier figurant simplement dans les dépenses de l'entreprise; qu'il est représenté par la différence entre le *produit brut* et les *dépenses*. L'évaluation exacte de ce bénéfice n'est pas toujours facile; il doit cependant être adopté comme base d'appréciation de toutes les améliorations zootechniques (choix des spéculations, choix des espèces, des races, des individus, des aliments, des rations, etc.).

Au surplus, la permanence d'une spéculation culturale ou zootechnique n'est pas réglée par le chiffre du produit brut qu'elle procure, mais bien par le bénéfice net qu'elle laisse à l'exploitant.

IV. — Conclusions.

En résumé : Les résultats fournis par les théories isodynamique et isoglycosique s'appliquent surtout au rationnement des moteurs animés.

Nos calculs sont basés sur les chiffres consignés dans les tables de composition des aliments et dans les tables de rationnement. Ces chiffres sont indépendants des théories sur la valeur relative des principes digestibles.

La nomenclature graphique permet d'écrire avec concision les formules de constitution des aliments et les équations du calcul des rations; elle permet d'arriver rapidement et sûrement au résultat cherché; elle facilite la généralisation et la critique des procédés de calcul employés.

La Chimie et la Physiologie sont appelées à rendre encore de grands services à la science de l'alimentation. Mais, actuellement, dans chaque cas particulier, la détermination exacte des rations les plus avantageuses doit être poursuivie par expérience directe. Toutefois, les données acquises permettent de calculer des rations très approchées de la ration optima.

La notion de valeur des aliments se présente sous un triple aspect : physiologique, commercial et économique. Au point de vue pratique, la notion de bénéfice prime les autres, et la solution vraie du problème du rationnement reste du domaine de l'Économie rurale.

Edmond Rabaté,
Ingénieur agronome,
Professeur spécial d'Agriculture.

REVUE ANNUELLE DE CHIMIE ORGANIQUE [1]

Il paraît tous les ans environ 2.000 Mémoires originaux portant sur des sujets de Chimie organique pure, indépendamment des travaux de Chimie physiologique ou analytique, dont beaucoup sont appliqués à des composés organiques; enfin, dans le même temps, il se prend, en Allemagne, environ 400 brevets se rapportant à notre science. Si nous ne parlons pas des brevets pris dans les autres pays, c'est qu'il est très rare qu'un brevet de valeur portant sur les arts chimiques ne soit pas également pris en Allemagne, où les patentes sont données sous le contrôle et avec la garantie de l'Etat. Ces brevets ne font pas double emploi avec les publications scientifiques, parce que, de plus en plus, les grandes maisons allemandes gardent secrets les travaux de leurs laboratoires de re-

[1] Les travaux consacrés à la Chimie augmentent chaque année en nombre et en importance, et, même en se limitant aux plus intéressants, il devient de plus en plus difficile de les passer en revue dans le cours d'un seul article. Nous avons pensé rendre service à nos lecteurs en élargissant le cadre de notre revue annuelle de Chimie. Sous ce titre, M. Etard continuera à nous donner une vue d'ensemble sur les grandes questions à l'ordre du jour en cette science. D'autre part, MM. Ph.-A. Guye, P. Sabatier, L. Bouveault et E. Lambling ont bien voulu accepter de rédiger chaque année pour la *Revue* un exposé des principales recherches effectuées en Chimie physique, minérale, organique et biologique. Nous publions ci-après l'article de M. Bouveault consacré à la Chimie organique.

cherches et ne publient sous forme de brevets que le strict indispensable.

La prodigieuse activité décelée par ces 2.400 publications explique le développement merveilleux de la Chimie organique dans ce dernier quart de siècle.

On ne peut songer, dans une revue de quelques pages, à exposer tous les travaux remarquables parus dans l'année : pour éviter de transformer cet article en une sèche et indigeste énumération, je ne parlerai que des travaux qui m'ont semblé les plus intéressants par leur idée directrice ou les plus importants par les services qu'ils sont appelés à rendre aux chercheurs.

Les méthodes générales de synthèse, les réactions de séparation et de caractérisation nous mettent réellement en possession d'outils nouveaux pour la recherche de la vérité. L'application des méthodes connues à la synthèse des principes immédiats importants mérite aussi notre attention. Enfin, nous garderons pour la fin l'examen des travaux d'avant-garde qui tentent d'introduire dans la science des idées nouvelles ou de serrer de plus près les principes sur lesquels elle est fondée.

I. — Méthodes générales

§ 1. — Synthèses à l'aide du magnésium métallique par M. Grignard.

L'emploi du zinc dans les synthèses organiques, surtout sous forme de dérivés organo-métalliques, est déjà ancien; il est dû aux travaux mémorables de Frankland, de Pebal et Freund, de Würtz et de Boutleroff; il a fourni un nombre considérable de méthodes synthétiques.

En 1899, M. Barbier eut l'idée de remplacer dans ces synthèses le zinc par le magnésium. Son élève, M. Grignard, a pu dans sa thèse réaliser cette idée de la manière la plus complète. Pour bien se rendre compte de l'importance des résultats obtenus par lui, il est nécessaire de rappeler brièvement les principales méthodes basées sur l'emploi du zinc. Nous distinguerons celles qui se servent des zinc-alcoyles (le zinc-méthyle et ses homologues) de celles qui emploient les dérivées organo-halogéno-zinciques, tels que

$$Zn\begin{cases}CH^3\\Cl\end{cases}.$$

Les zinc-alcoyles, réagissant sur les dérivés halogénés des hydrocarbures, donnent naissance à des carbures plus complexes. La réaction a lieu même pour des dérivés halogénés aromatiques ou hydro-aromatiques, même pour les éthers chlorhydriques des alcools non saturés et des glycols (Würtz) :

$$2(CH^2:CH.CH^2Cl) + Zn(C^2H^5)^2 = ZnCl^2 + 2(CH^2:CH.CH^2.CH^2.CH^3).$$

Ils se combinent avec les aldéhydes en donnant des produits complexes, que l'eau décompose en hydrocarbures et alcools secondaires :

$$R.CHO + Zn(C^2H^5)^2 = R.CH\begin{cases}C^2H^5\\O.Zn.C^2H^5\end{cases}$$

$$R.CH\begin{cases}C^2H^5\\O.Zn.C^2H^5\end{cases} + H^2O = R.CH\begin{cases}C^2H^5\\OH\end{cases} + ZnO + C^2H^6;$$

en particulier, l'aldéhyde formique fournit des alcools primaires (Wagner).

A froid, ils ne donnent rien avec les acétones; à chaud, ils les polymérisent en les déshydratant.

Les éthers des acides gras sont aussi sans action sur les zinc-alcoyles; les éthers oxaliques font exception et donnent naissance à des éthers glycoliques disubstitués (Frankland et Duppa) :

$$\begin{matrix}COOC^2H^5\\|\\COOC^2H^5\end{matrix} + 2ZnR^2 = \begin{matrix}R\quad R\\\diagdown\;\diagup\\C.O.Zn.R\\|\\COOC^2H^5\end{matrix} + R.Zn.OC^2H^5$$

$$\begin{matrix}R\quad R\\\diagdown\;\diagup\\C.O.Zn.R\\|\\COOC^2H^5\end{matrix} + R.Zn.OC^2H^5 + 2H^2O = \begin{matrix}R\quad R\\\diagdown\;\diagup\\C\\|\\COOC^2H^5\end{matrix}-OH + 2RH + C^2H^6O + 2ZnO.$$

Les anhydrides et les chlorures d'acide réagissent aussitôt en donnant des produits d'addition qui, décomposés immédiatement, fournissent des acétones (Pebal et Freund) :

$$R.CO.Cl + Zn\begin{cases}R'\\R'\end{cases} = R.CO.R' + Zn\begin{cases}R'\\Cl\end{cases};$$

mais, si l'on emploie un excès de zinc-alcoyle et qu'on abandonne le mélange plusieurs jours au contact, la réaction conduit à un alcool tertiaire (Boutlerow) :

$$R.COCl + 2Zn\begin{cases}R'\\R'\end{cases} = R.\overset{R'}{\underset{R'}{C}}.O.Zn.R' + Zn\begin{cases}R'\\Cl\end{cases}$$

$$R.\overset{R'}{\underset{R'}{C}}.O.Zn.R' + Zn\begin{cases}R'\\Cl\end{cases} + 2H^2O = R.\overset{R'}{\underset{R'}{C}}.OH + 2R'H + ZnO + Zn\begin{cases}OH\\Cl\end{cases}.$$

L'anhydride carbonique se combine aux zinc-alcoyles, comme il le fait avec les sodium-alcoyles mais il faut opérer à chaud et sous pression (R. Schmidt) :

$$CO^2 + Zn\begin{cases}R\\R\end{cases} = R.CO.O.Zn.R;$$

l'action de l'eau donne finalement le sel de zinc de l'acide $R-CO^2H$ et l'hydrocarbure RH.

Enfin, l'oxychlorure de carbone fournit des alcools tertiaires symétriques en même temps que des acétones :

$$COCl^2 + 3ZnR^2 = R.\overset{\overset{R}{|}}{C}.O.Zn.R + 2Zn\begin{cases}Cl\\R\end{cases}$$

$$COCl^2 + 2ZnR^2 = \underset{\underset{R}{|}}{\overset{\overset{R}{|}}{C}}O + 2Zn\begin{cases}Cl\\R\end{cases}.$$

Les dérivés halogéno-organozinciques prennent naissance dans l'action du zinc à chaud sur les éthers halogénés, surtout les iodures (la réaction :

$$Zn + RI = Zn\begin{cases}R\\I\end{cases}$$

se fait plus aisément en présence de l'éther anhydre). Ils sont fixes et la distillation les décompose en zinc-alcoyles :

$$2Zn\begin{cases}R\\I\end{cases} = ZnI^2 + Zn\begin{cases}R\\R\end{cases}$$

D'une manière générale, ces composés se prêtent à toutes les réactions des zinc-alcoyles; on a, de plus, avec eux l'avantage de pouvoir les employer à l'état naissant (Frankland et Duppa, Wagner). Ils ont alors des affinités plus fortes que les zinc-alcoyles. En particulier, il y a condensation entre les acétones, le zinc divisé et les iodures alcooliques :

$$R.CO.R' + R''I + Zn = R.\overset{\overset{R'}{|}}{\underset{\underset{R''}{|}}{C}}.O.Zn.I$$

$$R.\overset{\overset{R'}{|}}{\underset{\underset{R''}{|}}{C}}.O.Zn.I + H^2O = Zn\begin{cases}OH\\I\end{cases} + R.\overset{\overset{R'}{|}}{\underset{\underset{R''}{|}}{C}}.OH.$$

Cette réaction, qui est peu nette avec les éthers iodhydriques des alcools saturés, se fait parfaitement avec l'iodure d'allyle (Saytzeff).

Les éthers des acides gras fournissent, dans ces mêmes conditions, des alcools tertiaires, le formiate d'éthyle seul donnant des alcools secondaires :

$$H.COOC^2H^5 + 2Zn + 2RI = H.\overset{\overset{R}{|}}{\underset{\underset{R}{|}}{C}}.O.ZnI + Zn\begin{cases}I\\OC^2H^5\end{cases}.$$

La généralisation a pu être poussée à ce point que les éthers des acides halogénés, qui peuvent être considérés comme les éthers halogénés des éthers-sels des acides-alcools, subissent les mêmes condensations avec les aldéhydes, les acétones, le formiate et l'oxalate d'éthyle (Reformatsky) :

$$\begin{matrix}R\\R'\end{matrix}CO + \begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\Big\rangle\underset{\underset{Br}{|}}{C}.COOC^2H^5 + Zn = \begin{matrix}R\\R'\end{matrix}\Big\rangle\underset{\underset{CH^3\ CH^3}{|\ \ |}}{C}-\overset{\overset{O.Zn.Br}{|}}{C}-COOC^2H^5;$$

M. Blaise en a fait récemment l'application à l'aldéhyde formique.

Des travaux de M. Grignard et de ceux qui l'ont suivi dans cette voie, MM. Béhal, Blaise, Valeur, Masson, Zelinski, etc., il résulte que le magnésium peut être avec avantage substitué au zinc dans toutes les réactions que nous venons d'exposer. On n'emploie pas les magnésium-alcoyles MgR^2, qui sont solides et ne sont pas d'un maniement commode, mais bien les dérivés organo-halogéno-magnésiens

$$Mg\begin{cases}R\\X\end{cases}.$$

qu'on obtient, avec la plus grande facilité, en traitant le magnésium divisé par les éthers halogénés dissous dans l'éther anhydre. La réaction se fait spontanément avec une vive ébullition de l'éther : elle a lieu même avec les éthers halogénés des phénols (Grignard et Tissier), qui sont absolument sans action quand on emploie le zinc. On obtient ainsi des solutions éthérées des dérivés organo-halogéno-magnésiens, qui possèdent des aptitudes réactionnelles merveilleuses et fournissent toutes les condensations attendues par simple addition goutte à goutte ou bulle à bulle (CO^2) du réactif. Il ne se forme pour ainsi dire pas de goudrons dans ces réactions; les rendements y sont, par suite, excellents.

L'étude complète de toutes les applications de la méthode au magnésium est un travail bien trop colossal pour pouvoir être réalisé par un seul homme; aussi, dans tous les pays, les chimistes ont commencé à la mettre à contribution. M. Blaise a trouvé que les dérivés organo-magnésiens se condensent avec les nitriles pour donner, après action de l'eau, des acétones. On n'avait jamais rien signalé d'analogue dans le cas du zinc. On peut, sans trop s'avancer, prévoir que l'exemple donné par M. Blaise sera suivi.

§ 2. — Méthodes catalytiques de MM. Sabatier et Senderens.

Ces savants ont trouvé que certains métaux très divisés et fraîchement réduits, en particulier le cuivre et le nickel, constituent des agents de catalyse incomparables, permettant d'obtenir, d'une manière simple et élégante, des réactions tout à fait inattendues.

L'hydrogène passant sur ces métaux à des températures comprises entre 200° et 400° a ses affinités augmentées dans d'énormes proportions. Il se fixe directement sur une foule de molécules auxquelles on n'avait pu jusqu'ici le combiner que d'une manière indirecte.

Il transforme, dans ces conditions, les hydrocarbures non saturés de la série grasse, éthy-

léniques ou acétyléniques, en paraffines; cette hydrogénation a lieu même pour les carbures benzéniques, qui deviennent des cyclohexanes substitués. Pour arriver au même résultat, il fallait précédemment employer la méthode classique de M. Berthelot, c'est-à-dire l'acide iodhydrique en tube scellé à des températures supérieures à 200°; encore avait-on à compter avec des transpositions moléculaires transformant plus ou moins complètement les hydrocarbures obtenus en dérivés du cyclopentane.

On obtient le cyclohexane à partir du benzène, pour ainsi dire sans pertes, en faisant passer le mélange d'hydrogène et de vapeur de benzène sur du nickel chauffé aux environs de 200°. Quand les hydrocarbures aromatiques contiennent une chaîne latérale un peu longue, elle est souvent coupée plus ou moins partiellement par suite d'une hydrogénation plus avancée :

$$C^6H^5.C^3H^7 + 8H = C^6H^{12} + C^3H^8.$$

Parmi les hydrogénations intéressantes produites par le cuivre, nous citerons la transformation du nitrobenzène en aniline; on ne peut employer le nickel, dont l'action catalytique est trop puissante et qui donnerait du cyclohexane et de l'ammoniac.

Le cuivre permet également de réduire à l'état d'alcools primaires et secondaires les aldéhydes et les acétones; mais la réaction n'est jamais complète, parce qu'aux mêmes températures ces alcools, passant au contact du cuivre, sont partiellement décomposés en hydrogène et aldéhydes ou acétones.

Avec le nickel, au contraire, les températures de ces deux réactions inverses sont très différentes : au-dessous de 200°, souvent même au-dessous de 100°, les vapeurs des aldéhydes et acétones les plus volatiles se combinent à l'hydrogène; au contraire, entre 200° et 300°, les vapeurs des alcools sont transformées presque intégralement en hydrogène et aldéhydes ou acétones.

§ 3. — Dérivés acétyléniques.

Les hydrocarbures acétyléniques ont assez rarement servi de matière première à des recherches, à cause de la difficulté de leur préparation. M. Moureu ne s'est pas laissé rebuter par cet obstacle, et en a été récompensé par les nouvelles méthodes qu'il a découvertes, aidé de ses deux collaborateurs, MM. Delange et Desmots. Il a trouvé que les dérivés sodés des hydrocarbures acétyléniques vrais se condensent, à froid et en présence d'éther anhydre, avec les aldéhydes et les éthers-sels : les aldéhydes ordinaires conduisent à des alcools secondaires, la formaldéhyde à des alcools primaires, possédant, les uns et les autres, la fonction acétylénique :

$$R.C{\equiv}CNa + CHO - R' = R.C{\equiv}C.\underset{\underset{ONa}{|}}{CH} - R'$$

$$R.C{\equiv}CNa + CH^2O = R.C{\equiv}C.CH^2.ONa.$$

Ces curieuses réactions, qui n'ont pas lieu avec les acétones, peuvent être rapprochées de celles des dérivés nitrés de la série grasse, si bien étudiées par M. Henry; elles ont aussi une certaine parenté avec les méthodes de M. Grignard. La faculté de condensation des hydrocarbures acétyléniques sodés est, d'ailleurs, plus forte que celle des dérivés nitrés, car ceux-ci sont sans action sur les éthers. On a, au contraire :

$$R.C{\equiv}CNa + CO^2C^2H^5.R' = R.C{\equiv}C.C\begin{matrix}OC^2H^5\\ \diagup\\ ONa\end{matrix}{-}R'$$

$$R.C{\equiv}C.C\begin{matrix}OC^2H^5\\ \diagup\\ ONa\end{matrix}{-}R' + H^2O = NaOH + C^2H^6O + R.C{\equiv}C.CO.R'.$$

Dans le cas du formiate d'éthyle, on obtient, au lieu d'une acétone, une aldéhyde acétylénique. Les cétones acétyléniques fixent une molécule d'eau, sous l'influence de l'acide sulfurique, et deviennent des β-dicétones :

$$R.C{\equiv}C.CO.R' + H^2O = R.CO.CH^2.CO.R'.$$

La formation des cétones acétyléniques est accompagnée d'une réaction secondaire, due à une action catalytique très curieuse du dérivé acétylénique sodé. On connaît les auto-condensations que subissent les éthers acétiques en présence du sodium et qui mènent aux éthers acétylacétiques; les éthers des autres acides gras ne se prêtent pas à cette transformation qui, au contraire, a précisément lieu, en présence d'un hydrocarbure acétylénique sodé, sans que ce dernier prenne part à la réaction. On a alors une méthode de préparation des éthers β-cétoniques, qui peut être figurée par l'équation :

$$2R.CH^2.COOR' + Na = R.CH^2.\underset{\underset{ONa}{|}}{C}:\underset{\underset{R}{|}}{C}.CO^2R' + R'OH + H.$$

II. — Procédés de caractérisation et de contrôle.

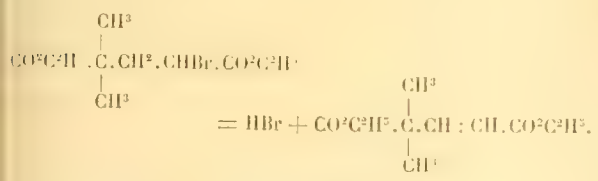
Il est très difficile de démontrer l'existence d'une faible quantité d'impureté dans une substance organique liquide, plus difficile encore de la doser. Les réactions colorées, de même que celles qui fournissent des précipités, sont rares et souvent irrégulières; l'analyse organique comme l'examen des constantes physiques sont bien loin de posséder une sensibilité suffisante. M. Crismer a pu résoudre le problème dans nombre de cas d'une manière à la fois simple et élégante.

Il existe des liquides qui, sans être miscibles en toutes proportions, se dissolvent néanmoins abondamment l'un dans l'autre. Nous en avons un exemple dans l'éther de pétrole, d'une part, les alcools méthylique, éthylique et propylique, de l'autre. Un mélange limpide d'éther de pétrole et d'alcool, soumis à un refroidissement graduel, se trouble à partir d'une certaine température, que M. Crismer nomme température critique de dissolution. Il a trouvé que cette température critique est constante pour deux liquides déterminés, même pour des variations considérables de concentration ; en revanche, elle varie considérablement par l'addition de corps étrangers, même en très petite quantité. La mesure des températures critiques des solutions de divers échantillons d'alcools dans l'éther de pétrole permet de contrôler leur pureté et d'y déceler des quantités d'eau bien plus petites que le centième.

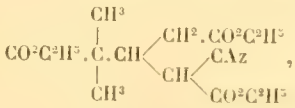
III. — Synthèses.

Après de très nombreuses et très intéressantes péripéties, la formule de constitution du camphre a été enfin établie d'une manière définitive ; après sa synthèse partielle, réalisée à partir de l'acide camphorique par M. Haller, M. Komppa vient enfin d'en faire la synthèse totale. On s'efforce, d'autre part, à préparer synthétiquement tous les composés qui ont pu être obtenus en partant du camphre ou des corps qui s'y rattachent.

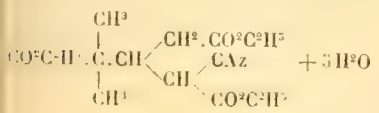
M. Perkin junior et Mlle Smith ont bromé, puis éthérifié l'acide αα-diméthylglutarique, puis enlevé à l'éther bromé une molécule d'acide bromhydrique ; ils ont ainsi obtenu un éther diméthylglutaconique :

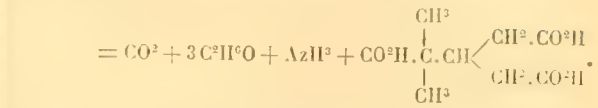


Ce dernier se condense avec le cyanacétate d'éthyle sodé en donnant un éther complexe :



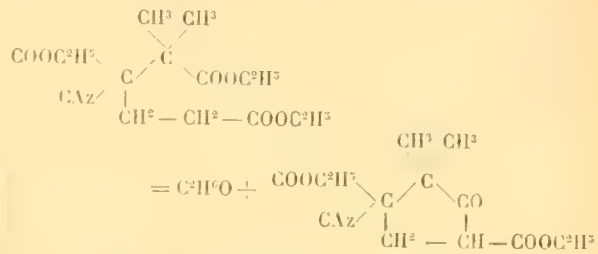
que l'acide sulfurique étendu et bouillant hydrolyse avec formation de l'acide isocamphoronique, qui s'est trouvé identique à celui qui provient de l'oxydation de l'acide α-campholénique :



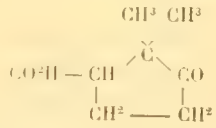


M. Perkin junior a fait faire un progrès très sensible à cette même question de l'acide camphorique par la synthèse d'un de ses dérivés les plus proches, l'acide isolauronolique.

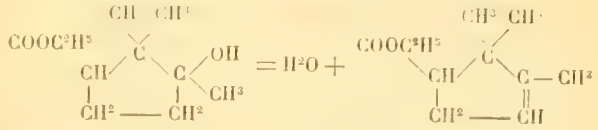
Le cyanacétate d'éthyle, traité successivement par le bromisobutyrate d'éthyle et le β-chloropropionate d'éthyle, donne naissance à un éther complexe se condensant facilement sous l'influence de l'anhydride acétique, avec perte d'une molécule d'alcool :



Le nouveau produit, hydrolysé, fournit un acide γ-cétonique :

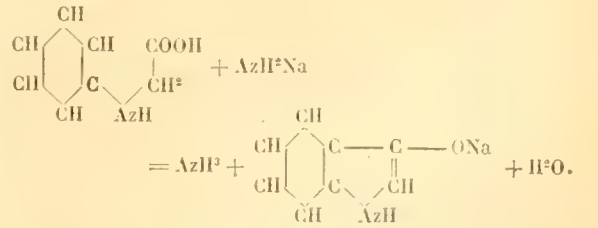


dont l'éther éthylique, traité par l'iodure de méthylmagnésium, donne un éther-alcool tertiaire, aisément déshydratable en campholytate d'éthyle :



L'acide campholytique s'isomérise facilement en acide isolauronolique.

La synthèse des matières colorantes naturelles a fait aussi des progrès importants. En remplaçant, dans certaines préparations de l'indigo artificiel, la fusion alcaline par une fusion avec l'amidure de sodium AzH^2Na, on a considérablement augmenté le rendement en indoxylate de sodium, et par suite en indigo :



D'un autre côté, M. Bohn a découvert un nouveau pigment bleu, ressemblant sous certains rapports à l'indigo, en fondant à 200-300° la β-amido-

anthraquinone avec de la potasse; il lui a donné le nom d'*indanthrène*.

De nombreuses synthèses dans le groupe des matières colorantes jaunes contenues dans les bois tinctoriaux ont été réalisées par M. de Kostanecki, qui a exposé lui-même le résultat de ses travaux dans un belle conférence, faite devant la Société Chimique de Paris, le 2 mars 1903.

La constitution des matières albuminoïdes reste encore la partie la plus mystérieuse de la Chimie organique. Depuis les travaux mémorables de Schutzenberger, la contribution la plus importante y a été apportée par M. Kossel, d'Heidelberg. Ce savant a appliqué des méthodes analogues à l'étude de matières albuminoïdes spéciales, qui se trouvent dans le sperme des poissons et auxquelles il a donné le nom de protamines.

La complexité moléculaire de ces protamines est moindre que celle de l'ovalbumine; aussi M. Kossel a-t-il pu aller plus loin dans l'étude de leurs dédoublements. Il a bien voulu exposer le résultat de ses magnifiques travaux devant la Société Chimique de Paris, lors de sa réunion annuelle, le 30 mai 1903.

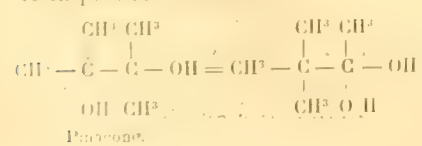
Pendant que M. Kossel cherche à élucider, par la voie analytique, la constitution des albuminoïdes, M. E. Fischer tend au même but par la voie synthétique. S'inspirant des idées prophétiques émises par M. Grimaux dans son travail sur le colloïde *m*-amidobenzoïque, il cherche à préparer des produits analogues aux albuminoïdes en formant des anhydrides internes des acides amidés.

IV. — Transpositions moléculaires.

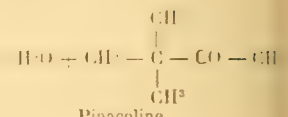
L'invariabilité des liaisons des atomes de carbone entre eux, se maintenant à travers les modifications de compositions provoquées par les agents physiques et chimiques, a été longtemps considérée par les organiciens comme une vérité intangible. C'est sur elle qu'est basée la détermination expérimentale de la formule de constitution.

On peut, en effet, considérer cette invariabilité comme une règle, mais comme une règle susceptible d'exceptions. On en connaît assez aujourd'hui pour qu'il devienne important de les codifier, ce qui permettra sans doute d'en prévoir de nouvelles et de les utiliser.

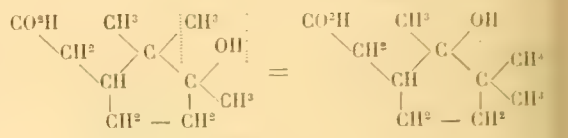
MM. Blanc et Blaise ont expliqué récemment le mécanisme de l'étrange transformation des dérivés α en β campholéniques et l'ont identifié avec celui de la pinacolinisation :



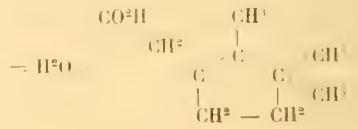
Pinacone.



Pinacoline.

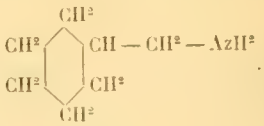


Ac. α campholénique + H^2O.

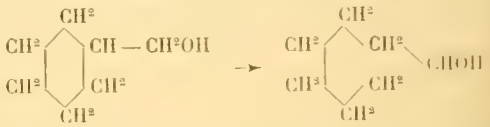


Ac. β-campholénique.

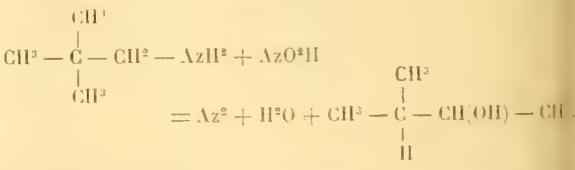
Une autre transposition très inattendue vient d'être découverte par M. Demjanoff. Le nitrile de l'acide hexahydrobenzoïque, réduit par le sodium et l'alcool, fournit une amine, l'hexahydrobenzylamine :



Cette dernière, traitée par l'acide nitreux, au lieu de donner de l'azote et l'alcool hexahydrobenzylique, est transformée en alcool subérylique, qui possède une chaîne fermée heptagonale :



Cette intéressante migration est à rapprocher de celle, établie autrefois par M. Tissier, de la triméthyléthylamine en méthylisopropylcarbinol, réalisée au moyen du même acide nitreux :



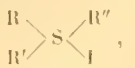
L'une et l'autre sont, d'ailleurs, parentes de la migration pinacolique.

V. — Notions nouvelles.

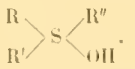
§ 1. — Oxygène tétratomique.

L'atome de soufre est saturé par deux atomes d'hydrogène; mais, si ces deux atomes sont remplacés par deux radicaux alcooliques, l'atome de soufre n'est plus saturé dans le nouveau corps :

il est capable de se combiner avec un iodure alcoolique R″I, pour donner un véritable sel :



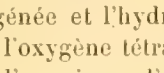
comparable à un iodure d'ammonium quaternaire et où le soufre est tétratomique. Ce sel, traité par l'eau et l'oxyde d'argent, fournit une base puissante :



L'oxygène, si voisin du soufre à tant d'égards, ne pourrait-il pas se comporter d'une façon analogue? L'idée en elle-même n'est pas neuve et a cours depuis longtemps dans quelques laboratoires : je me souviens, en effet, avoir fait, en 1887, sur le conseil de mon maître, M. Hanriot, une conférence sur l'ozone, l'eau oxygénée et l'hydroxylamine, basée sur l'hypothèse de l'oxygène tétratomique.

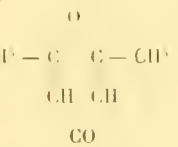
La théorie de l'oxonium, d'abord émise par MM. Collie et Tickle, a pris corps sous l'impulsion de MM. Baeyer et Villiger, qui ont groupé tous les faits s'y rattachant, et y ont apporté une importante contribution expérimentale.

M. Friedel a annoncé, il y a longtemps, que l'oxyde de méthyle se combine avec l'acide chlorhydrique sec; nous désignons maintenant cette combinaison par la formule :



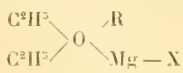
Une foule d'éthers-oxydes se comportent de même, mais leur tendance à se combiner aux acides est plus faible; cette tendance augmente beaucoup avec la complexité moléculaire des acides. C'est ainsi que les acides ferro et ferricyanhydriques donnent des combinaisons cristallisées avec presque tous les éthers-oxydes.

La diméthylpyrone, éther-oxyde d'une espèce spéciale :



donne un chlorhydrate qu'on peut faire cristalliser dans l'eau. Des faits intéressants dans cet ordre d'idées ont été apportés par M. Fosse, dans son travail sur les dinaphtoxanthones.

Enfin, la tétratomicité de l'oxygène permet d'expliquer le rôle de l'éther dans la formation des réactifs organo-halogéno-magnésiens, rôle que M. Blaise a établi le premier. Il convient de représenter ces réactifs par la formule générale :

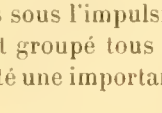


§ 2. — Atome de carbone trivalent.

Quand un corps simple possède plusieurs valences, les différences entre ces valences sont en général des nombres pairs. Nombre de chimistes se sont refusé à admettre des exceptions à cette loi, répugnant à la notion d'atomicité libre : il a bien fallu, cependant, l'accepter pour le bioxyde d'azote.

Pour ce qui est du carbone, ses valences sont presque toujours saturées toutes les quatre; il est divalent seulement dans quelques rares occasions, comme l'oxyde de carbone, les carbylamines, l'acide fulminique. Quant au carbone trivalent, peut-être existe-t-il dans le benzène et ses homologues, mais son existence n'y a jamais été soutenue par des preuves expérimentales.

M. Gomberg, en traitant par le zinc en poudre le chlorotriphénylméthane dissous dans l'éther, le benzène ou l'acétate d'éthyle, a obtenu un composé ayant pour formule



qu'il a appelé le triphénylméthyle et qui constituerait un véritable radical libre. Ce composé jouit à un très haut degré des propriétés des corps non saturés; il se combine à l'iode pour donner $Cl(C^6H^5)^3$. Les solutions, qui sont jaunes, absorbent énergiquement l'oxygène de l'air et fournissent la solution incolore d'un peroxyde

$$(C^6H^5)^3 — C.O.O.C — (C^6H^5)^3.$$

Le triphénylméthyle donne avec l'éther, le benzène, l'acétate d'éthyle des combinaisons moléculaires cristallisées qui, dépouillées du dissolvant par la chaleur dans un courant d'acide carbonique, l'abandonnent à l'état amorphe.

On a songé d'abord à doubler la formule du triphénylméthyle et à en faire l'hexaphényléthane $(C^6H^5)^3C — C(C^6H^5)^3$; mais, outre que ses propriétés n'auraient guère convenu à l'hexaphényléthane, ce dernier a été préparé par une autre voie et s'est trouvé différent.

La constitution du triphénylméthyle avec un atome de carbone trivalent est loin d'être indiscutable, mais elle semble très vraisemblable. A un corps possédant comme celui-là des propriétés tout à fait exceptionnelles, pourquoi ne pas concéder une constitution également exceptionnelle? La Chimie est une science expérimentale : les concepts philosophiques doivent s'y incliner devant les résultats de l'expérience.

L. Bouveault,
Maître de conférences à la Faculté des Sciences de Paris.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Humbert (G.), *Membre de l'Institut.* — **Cours d'Analyse de l'Ecole Polytechnique.** *Tome I.* — 1 *vol. in-8° de* 482 *pages avec* 111 *figures.* (*Prix* : 16 *fr.*) *Gauthier-Villars, éditeur. Paris,* 1903.

Ce livre est la première partie du cours professé par l'auteur à l'Ecole Polytechnique : il a donc été fait pour un auditoire d'une culture mathématique déjà avancée, désireux de profiter des plus récents progrès de la science, mais qui, dans l'ensemble, se destine plutôt aux applications qu'aux recherches de science pure; M. Humbert a très heureusement concilié ces tendances diverses : son livre, simple, élégant, rigoureux, et d'une grande clarté, est à la fois très scientifique et très pratique; il rendra les plus grands services aux étudiants de nos Universités.

L'ouvrage est divisé en trois parties : la première, consacrée au *Calcul différentiel*, débute en précisant quelques propriétés indispensables de continuité, et introduit aussitôt la notion des différentielles considérées comme infiniment petits, avec les applications géométriques les plus immédiates. Sont ensuite étudiés les changements de variables avec, dans le cas de plusieurs variables indépendantes, l'emploi systématique de la différentielle totale : le chapitre se termine par des notions intéressantes sur les transformations de contact, avec les transformations de Legendre et de Lie comme exemples. Puis viennent les propriétés générales des séries à termes réels ou imaginaires, les propriétés spéciales aux séries entières avec leur convergence uniforme, l'introduction des fonctions analytiques d'une variable complexe, uniformes et multiformes, des indications pratiques sur les développements en séries entières considérées comme moyen d'approximation, et enfin la théorie des maxima et minima à un nombre quelconque de variables indépendantes.

La seconde partie traite des *principes du Calcul intégral*; tout d'abord sont classés et décrits les types généraux d'intégration indéfinie conduisant à des fonctions primitives élémentaires et dans lesquels l'élément différentiel est réductible à la forme rationnelle, l'intégrale pouvant dès lors être considérée comme attachée à une courbe unicursale; puis vient la réduction aux formes canoniques des intégrales abéliennes attachées à $y^2 = X$, X étant entier par rapport à la variable x, et enfin la réduction aux intégrales elliptiques des intégrales attachées à une courbe de genre 1 : cette dernière question, en particulier, est traitée avec une simplicité et une élégance remarquables. On arrive ensuite à l'intégrale définie : l'auteur, après avoir exposé la conception en quelque sorte expérimentale et pratiquement si importante qu'en avaient les premiers inventeurs, montre la nécessité logique de présenter les choses à l'inverse : il définit d'une façon simple et rigoureuse l'intégrale définie comme limite de somme, en développe les propriétés, et en tire la définition de la mesure d'une aire plane, d'un arc de courbe, etc... ; en outre, il insiste comme il convient sur les précautions qu'exige l'intégration définie, par exemple quand la primitive est multiforme, ou encore lorsqu'on a recours au changement de variable; puis il étend la notion au cas de limites infinies, ou d'une discontinuité de l'élément, et donne les exemples usuels correspondants. Cette partie de l'ouvrage se termine par l'intégration des séries uniformément convergentes, la différentiation sous le signe $\int$ et l'intégration des différentielles totales, le calcul des coefficients d'un développement en série de Fourier, et les procédés approchés de quadrature.

La troisième partie : *Applications géométriques*, débute par la théorie du contact des courbes ou des surfaces, traitée par la considération de l'ordre infinitésimal de la distance de deux points des éléments considérés, voisins du point de contact. Ensuite est développée la théorie générale des enveloppes d'une famille de courbes ou de surfaces, simplement ou doublement infinie, avec application aux surfaces développables, aux congruences de lignes et leurs éléments focaux; cela conduit à l'étude des éléments osculateurs d'une courbe quelconque, de ses courbures et de ses développées. Le chapitre suivant traite de la courbure des surfaces : indicatrice, formule de la courbure d'une ligne tracée sur la surface en coordonnées curvilignes quelconques et théorème de Meusnier, directions et rayons de courbure principaux; d'où l'étude des lignes asymptotiques et de courbure, avec la détermination de la cyclide de Dupin à deux séries de lignes de courbure circulaires, la correspondance si importante établie par la transformation de contact de Lie entre les asymptotiques et les lignes de courbure, et la démonstration du célèbre théorème de Dupin sur les intersections de trois surfaces triplement orthogonales; enfin est indiquée la relation entre les lignes de courbure d'une surface et le système correspondant des géodésiques sur la développée. Cette dernière partie de l'ouvrage se termine par des généralités sur les surfaces applicables : surfaces développables sur le plan, applicabilité d'un hélicoïde sur une surface de révolution, théorème de Gauss sur la conservation de la courbure totale, et par des indications sur la représentation conforme d'une surface sur une autre, avec application au problème des cartes géographiques.

M. Lelieuvre,
Professeur au Lycée et à l'Ecole des Sciences de Rouen.

Marchis (L.), *Professeur adjoint de Physique à la Faculté des Sciences de Bordeaux.* — **Leçons sur les moteurs d'automobiles et les applications industrielles de l'alcool au chauffage, à l'éclairage et à la force motrice.** — 1 *vol. in* 4°, *de* 539 *pages, avec environ* 200 *figures.* (*Prix* : 16 fr.) *Vve Dunod, éditeur, Paris,* 1903.

Dans une introduction fortement documentée, l'auteur donne l'historique des tentatives diverses qui, à des époques parfois assez lointaines, ont précédé la naissance de l'industrie automobile : celle-ci ne remonte, on le sait, qu'à 1894, date de la course Paris-Rouen. Cet historique est suivi d'un tableau du développement de l'industrie en question, avec schéma des diverses voitures (systèmes à vapeur, à pétrole, électrique, pétroléo-électrique), rappel des principales courses, etc.

Dans les divers chapitres, sont successivement étudiés : les combustibles des moteurs à explosion (pétrole, alcool, alcool carburé); les applications de l'alcool à l'éclairage et au chauffage; les moteurs à explosion employés en automobile (mode d'action, refroidissement, distribution, échappement, régulation, allumage); l'équilibrage des moteurs et les vibrations des châssis; les moteurs à alcool.

La conclusion est consacrée à la description du moteur de course moderne.

Ces leçons, professées à la Faculté de Bordeaux, y constituent un cours de Physique industrielle. M. Marchis s'est efforcé, comme il le dit lui-même dans sa

leçon de clôture, de rendre le tableau digne du cadre. Nous pouvons ajouter qu'il y a réussi par les développements théoriques qui accompagnent la description des dispositifs pratiques. Nous citerons particulièrement les passages relatifs au pétrole, à ses gisements, à son étude chimique; au manographe Carpentier-Hospitalier; à la pompe centrifuge; aux conditions de fonctionnement d'un carburateur à giclage; à l'équilibrage du moteur en général; aux vibrations des bâtis et châssis. Ces développements donnent lieu, cela va sans dire, à des considérations et à des calculs qui ne sont pas accessibles à tous les lecteurs; mais le chauffeur le moins théoricien lira avec fruit, dans l'ouvrage de M. Marchis, les développements pratiques, qui y occupent une large place et sont fort clairement traités.

GÉRARD LAVERGNE,
Ingénieur civil des Mines.

2° Sciences physiques

De Marignac (J.-C. Galissard). — **Œuvres complètes,** *publiées hors série, sous les auspices de la Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève, par* E. ADOR. — 2 *vol. in-4°, de* 701 *et* 839 *pages.* (*Prix* : 30 *fr.*) *Genève* : *Ch. Eggimann et Cie*; *Paris* : *Masson et Cie*; *Berlin* : *Friedlander et fils*, 1903.

S'il est un monument digne de la mémoire d'un savant de haute valeur comme M. de Marignac, c'est certainement la publication de l'ensemble de ses œuvres.

Ce soin pieux, la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève l'a assumé, avec le concours de M. E. Ador, gendre de Marignac et, comme lui, professeur à l'Université de Genève.

Dans une Notice magistrale, qui sert d'introduction à ces deux très beaux volumes, M. Ador résume la vie, toute de labeur modeste, de Marignac, et donne une analyse raisonnée des travaux de celui-ci. Si Marignac appartient à Genève par sa naissance et par l'enseignement qu'il y donnait, la France peut revendiquer en lui l'ancien polytechnicien, l'ingénieur au corps des mines qu'elle a cédé à la Suisse. Mais son œuvre admirable est aux deux pays; elle a résisté au temps, et les travaux postérieurs l'ont confirmée; elle est définitivement acquise à la Science. L'origine des recherches de Marignac peut se rattacher à une idée directrice : la vérification de l'hypothèse de Prout, que les poids atomiques des corps simples sont multiples de celui de l'hydrogène. La plus grande partie de son activité scientifique a donc été dirigée vers la détermination des poids atomiques avec la plus grande exactitude possible : voici ceux dont on trouvera l'établissement dans ses œuvres : Ag, Az, Ba, Bi, Br, Ca, C, Ce, Cl, Co, Di, Er, Gd, I, La, Mg, Mn, Ni, Nb, Pb, K, Si, Sr, Ta, Te, Ti, Yb, Zn, Ze.

De même, ses nombreuses recherches cristallographiques, qui sont accompagnées de très belles planches de cristaux, avaient pour objectif de trouver de nouvelles preuves à l'appui de la théorie de Mitscherlisch sur l'Isomorphisme, et de discuter les formules des sels complexes. C'est ainsi qu'il a été amené à ses travaux célèbres sur les fluosilicates, les fluotungstates, les fluozirconates, les fluostannates, les silicotungstates; là, comme dans ses études minéralogiques, s'est manifestée sa préoccupation des relations entre la composition atomique et la forme cristalline : il a même traité la question dans plusieurs Mémoires spéciaux. Toujours guidé par des idées générales, mais avant tout expérimentateur avisé et scrupuleux, il fut un des précurseurs de la Chimie physique, par ses études sur la diffusion des solutions salines et sur les chaleurs spécifiques de celles-ci, afin d'y trouver des relations stœchiométriques. L'un des premiers à adopter (1865) la notation atomique, le souci d'appuyer la théorie d'Avogadro l'amène à la publication d'un Mémoire sur la chaleur de volatilisation du sel ammoniac, suivi bientôt de plusieurs autres sur les systèmes de notations chimiques, les équivalents, etc...

Parmi les parties les plus intéressantes de ses œuvres, nous devons citer ses nombreux Mémoires sur les terres rares, que les travaux récents n'ont fait que compléter, et que Sainte-Claire-Deville qualifiait de « travail de bénédictin expérimenté »; leur étude devra précéder toute tentative de prendre connaissance de ces délicates questions. Le second volume se termine par de fort intéressantes « Réflexions sur le groupe des terres rares », à propos de la théorie de Crookes sur la genèse des éléments.

Enfin, nous ne devons pas oublier de mentionner de nombreux travaux de Minéralogie et de Thermochimie qui s'ajoutent encore à tout ce que nous venons d'énumérer.

Cette édition définitive des œuvres de Marignac a bénéficié des notes manuscrites et des corrections de l'auteur lui-même, permettant ainsi d'éliminer les fautes d'impression ou les erreurs numériques. Ces deux volumes auront leur place marquée dans toute bibliothèque de Chimie minérale, de Chimie physique ou de Minéralogie. Tous les hommes de science sauront gré à la famille de Marignac et à la Société de Physique de Genève d'avoir réuni un pareil recueil d'aussi importants travaux.

A. DE GRAMONT,
Docteur ès sciences.

Chassagny (M.), *Professeur de Physique au Lycée Janson-de-Sailly.* — **Manuel théorique et pratique d'Electricité.** — 1 *vol. petit in-8° de* 360 *pages avec* 276 *figures. Librairie Hachette et Cie, Paris*, 1903.

Le nouveau programme d'enseignement des lycées exigeait de nouveaux manuels qui lui fussent particulièrement adaptés. L'apparition de tels ouvrages ne s'est pas fait attendre. Celui dont M. Chassagny vient d'enrichir la Bibliothèque scolaire répond à ce besoin du moment, et, déjà pour cette raison, serait favorablement accueilli des professeurs et des élèves dans les classes supérieures des lycées. Mais l'esprit élevé dans lequel il est conçu, la parfaite clarté des exposés, le sens pratique qui transparaît en maint détail lui assureront un cercle de lecteurs beaucoup plus étendu. Dès les premières pages, apparaît la préoccupation d'établir solidement quelques principes généraux avant d'aborder le chapitre spécial de la Physique auquel l'ouvrage est consacré. En somme, l'Electricité n'est qu'une forme particulière de l'énergie; on en rencontrera les diverses manifestations en étudiant les phénomènes particuliers — attractions, production de chaleur et de lumière, modifications de l'état chimique des corps — auxquels donne lieu sa présence ou son mouvement. Mais tous ces phénomènes sont soumis à quelques principes plus compréhensifs, qui sont ceux de la Mécanique et de l'Energétique. Des pages très claires indiquent les grandes lignes de ces principes, que le lecteur ne devra pas oublier, et qui lui donneront un fil conducteur à travers le dédale des faits particuliers traités au cours de l'ouvrage. C'est là un excellent début, montrant avec quel soin l'auteur a pensé son livre avant de l'écrire, et quel souci il a eu de donner au lecteur une bonne orientation.

Dans un ouvrage correspondant au niveau des lycées, on ne peut pas encore être subtil; on ne soulèvera pas la question de savoir si le champ est le phénomène principal et l'électricité une résultante, ou si quelque chose existe qui puisse porter le nom d'électricité et à la présence duquel est dû le champ ambiant. On donnera surtout des définitions, en laissant seulement pressentir ce qu'a d'hypothétique, en dehors du champ lui-même, la cause qu'on peut lui attribuer. C'est ainsi que procède M. Chassagny; il parle des deux électricités, et entoure les conducteurs de signes positifs et négatifs. Mais, à côté de cette représentation des phénomènes, il insiste beaucoup sur l'existence et la forme du champ, dessine les surfaces de niveau et les lignes de force, et consacre même quelques pages à

l'exposé du théorème fondamental de Gauss et de ses applications.

Un court chapitre, englobé dans l'Electricité statique, traite des phénomènes lumineux dans les gaz raréfiés, des rayons X et des diverses radiations découvertes dans ces dernières années. On peut se demander si c'est bien là que devait être fait cet exposé; il n'y est peut-être pas plus mal qu'ailleurs, mais il n'y est pas beaucoup mieux.

Le passage de l'électricité statique à l'étude du courant est très naturel. L'auteur rappelle qu'une machine statique arrive à un état stationnaire si ses supports ne sont pas parfaitement isolants, et qu'on peut régler cet état à volonté en la reliant au sol par un fil mauvais conducteur. L'écoulement de l'électricité devient alors évident, et ses lois peuvent être établies par l'expérience. C'est la méthode instinctive, à laquelle rien ne peut plus être objecté, depuis que le phénomène de Rowland est définitivement confirmé. Elle n'est pas vieille cependant dans l'enseignement élémentaire, où, jusqu'à ces dernières décades, on séparait soigneusement les deux aspects des phénomènes électriques, frappé que l'on était surtout par les manifestations statiques à très haut potentiel et par les phénomènes dynamiques à potentiel peu élevé. D'ailleurs, il n'a pas fallu moins que la machine rhéostatique de Planté, avec son élévation graduelle du potentiel d'un couple d'éléments jusqu'à une brillante étincelle, pour amener, dans l'esprit de bien des physiciens, la conviction de l'identité des charges électriques produites par les piles ou les machines.

A l'étude des propriétés du courant succède celle des sources, puis l'exposé des phénomènes magnétiques. Ici encore, l'étude des lignes de force du champ est partout au premier rang, et, dans ce sens, l'ouvrage est absolument moderne. Peut-être eût-on pu l'alléger de la description des anciennes méthodes d'aimantation, les ennuyeuses simple touche et double touche, bonnes à exposer à l'époque où il fallait absolument trouver quelque chose à dire. Mais il me semble que, dans un ouvrage moderne, elles tiennent une place inutile. Il me paraîtrait bien plus utile de donner quelque part dans les applications un procédé de désaimantation, car, aujourd'hui, la difficulté n'est pas tant de se procurer un aimant que d'éviter l'aimantation des pièces d'acier.

L'étude de l'Electrodynamique et de l'Induction achève la partie théorique de l'ouvrage. Une centaine de pages sont ensuite consacrées aux applications : machines fondées sur l'induction, mesures électriques, télégraphie, éclairage, etc., sans oublier le four électrique et la soudure à l'arc.

J'ai insisté sur la clarté avec laquelle l'ouvrage est écrit, et je n'ai pas à y revenir; un détail encore pour montrer combien l'auteur en a le souci : les figures sont nombreuses, et chacune d'elles est accompagnée d'une légende complètement explicative, dont la lecture suffit à tout comprendre, et dont le texte n'est que le commentaire. C'est là un excellent procédé d'enseignement, et qui seul permet de tirer de l'illustration tout ce qu'elle peut donner.

Ch.-Ed. Guillaume.
Directeur adjoint au Bureau international des Poids et Mesures.

3° Sciences naturelles

Mangin (L.) et **Viala** (P.). — **La Phthiriose de la Vigne.** — *1 vol. grand in-8° de 112 pages avec 5 planches et 55 figures. (Prix : 10 fr.) Bureaux de la « Revue de Viticulture », Paris*, 1903.

MM. Mangin et Viala publient, à l'occasion d'une maladie récemment observée sur des vignes de la Palestine, un travail dont l'importance dépasse de beaucoup celle d'une étude de Pathologie végétale; il représente plutôt une contribution d'un grand intérêt à la Biologie générale. On sait que, dans les temps les plus reculés, les vignes de la Palestine furent frappées d'une maladie attribuée, par les textes anciens, à un ver ou à un pou; on essaya même, au début de la crise phylloxérique, mais sans succès, d'identifier le nouveau parasite avec le parasite ancien se réveillant après de longs siècles d'innocuité. La maladie actuelle, au contraire, paraît bien être, sinon semblable dans ses manifestations à la maladie ancienne, du moins provoquée par le même parasite. Pour étayer leur conviction, les auteurs n'ont pas hésité à compulser les textes hébraïques et les auteurs grecs. Le chapitre de haute érudition qu'ils consacrent à cette discussion semble bien prouver que la maladie actuelle est attribuable en partie au « pou » des anciens; c'est pour cette raison que MM. Mangin et Viala ont conservé à cette affection le nom de « phthiriose », que lui avait donné Strabon.

La cause primordiale de la maladie est le parasitisme d'une cochenille, le *Dactylopius vitis* Nedzelsky, ou cochenille blanche. Cette cochenille a un habitat très étendu et se rencontre dans toutes les régions chaudes de la culture de la vigne; mais le mode de vie qu'elle a adopté en Palestine paraît bien spécial à cette contrée; tandis que, dans toutes les régions où elle a été étudiée, Crimée, Tunisie, Portugal, midi de la France, la cochenille blanche mène une vie simple, exclusivement aérienne, sur les rameaux et les feuilles où sa piqûre provoque un abondant écoulement séveux, en Palestine, le même parasite a une vie exclusivement souterraine, radicicole et compliquée de la plus curieuse des symbioses avec un genre nouveau de Champignon, le *Bornetina corium*. Chacun de ces habitats s'accompagne de lésions propres, dactylopiose sur les organes aériens, phthiriose sur les racines. Bien qu'on n'observe pas actuellement de dactylopiose en Palestine, les auteurs ont voulu s'assurer de l'identité du parasite, en en faisant une étude zoologique très minutieuse; ils ont, de plus, constaté que les lésions des ceps dactylopiés, éraillures, dépôts vernissé et poisseux, diffèrent complètement des lésions de la phthiriose. Si, le plus souvent, dans nos pays, la présence du *Dactylopius* et des autres cochenilles s'accompagne de la présence de la fumagine, il ne saurait y être question d'une sorte de symbiose; car, d'un côté, la cochenille ne tire aucun bénéfice du champignon, fuit même les places noircies; de l'autre, le développement de la fumagine est inconstant et paraît lié non seulement à la présence de la cochenille, mais aussi à l'humidité de l'atmosphère. Les lésions de la phthiriose sont bien différentes et tout à fait singulières La cochenille pique les racines, comme les organes aériens, en dégorgeant de grandes quantités de sève. Le champignon symbiotique, le *Bornetina corium*, se développe aux dépens de cette sève et forme, par son mycélium, un manchon qui a la consistance du cuir; ce manchon enveloppe les racines sans jamais les pénétrer et détermine leur mort en les frappant d'asphyxie; il constitue un véritable fourreau à l'intérieur duquel circulent les cochenilles. Cette production pathologique, sans exemple dans l'histoire des affections végétales, ne laissa reconnaître sa nature qu'après la découverte des spores du champignon. Ce mycélium forme un feutre que l'on coupe au couteau comme du cuir ou du caoutchouc; son épaisseur est d'environ six millimètres. Il existe toujours un vide entre la face interne du manchon et la face externe de la racine, et c'est dans ce vide que circulent les cochenilles. La face interne du manchon, différente de la surface externe, est tapissée par une fine couche cotonneuse qui se couvre, à un moment donné, d'une poussière couleur chocolat, formée par les nombreuses spores du *Bornetina corium*. La sporulation se produit lorsque le champignon n'est plus nourri, par les succions moins abondantes des cochenilles sur des racines épuisées et plus ou moins asphyxiées par la gaine imperméable du *Bornetina*. C'est à ce moment que les cochenilles émigrent vers d'autres points des racines, en emportant, fixée à leur corps, de la poussière de spores. Dès lors, une modification profonde se produit dans le cuir mycélien; il durcit et se retrécit. Les membranes

mycéliennes gélifiées sont agglomérées avec des grains de terre et acquièrent une dureté comparable à celle du ciment.

La dernière partie du travail de MM. Mangin et Viala, consacrée à l'étude histologique et expérimentale du champignon, n'en est pas la moins intéressante. Pendant deux années successives, les auteurs ont cultivé ce champignon sur les milieux les plus divers et dont le nombre n'est guère inférieur à une centaine; ils ont pu obtenir artificiellement toutes les particularités de l'organisation du *Bornetina*, notamment la formation du cuir; ils ont suivi le processus de la sporulation et mis hors de doute ce fait important que la forme et la dimension des spores varient avec le milieu de culture. Quant à la place systématique du champignon, les auteurs en font un groupe spécial, celui des Bornétinées, qu'ils rangent provisoirement entre les Ustilaginées et les Basidiomycètes.

L'association du *Bornetina* et du *Dactylopius* ne peut guère s'interpréter que comme une symbiose. Toutes les tentatives faites par les auteurs pour inoculer le champignon ont échoué; c'est donc un saprophyte, et un saprophyte qui ne peut évoluer qu'associé au *Dactylopius*, parce qu'il se nourrit des sucs dégorgés par ce dernier. Le *Dactylopius* retire-t-il quelque bénéfice de cette association? La vie aérienne du *Dactylopius* dans les régions autres que la Palestine, sa vie aérienne et souterraine en Palestine durant les temps hébraïques, sa vie aujourd'hui exclusivement souterraine dans cette même région, donnent à penser que l'habitat souterrain est un habitat acquis, provoqué par l'extrême sécheresse et l'extrême chaleur du climat syrien; que, de plus, la vie souterraine étant insuffisante pour le défendre contre des conditions si défavorables, le *Dactylopius* n'a pu se protéger de façon efficace qu'en s'associant symbiotiquement avec le *Bornetina*. Cette hypothèse séduisante des auteurs s'appuie sur des considérations très démonstratives, relatives au changement de climat qui a affecté cette région depuis le début des temps historiques. De nombreuses figures et de belles planches, dont quelques-unes en couleur, complètent fort heureusement ces belles recherches.

F. Péchoutre,
Professeur au Lycée Buffon.

4° Sciences médicales

Rogues de Fursac (J.). — **Manuel de Psychiâtrie.** — 1 *vol. in-8° de* 314 *pages.* (*Prix : 4 fr.*) *Felix Alcan, éditeur, Paris*, 1903.

L'auteur s'est efforcé de concentrer, dans un petit livre aisément transportable et facile à consulter, les connaissances psychiatriques nécessaires à tout médecin. On peut dire qu'il y a réussi.

Son œuvre n'est pas seulement pratique : dégagée des théories, elle constitue une mise au point des principaux chapitres de la Pathologie mentale, et elle pose nettement les problèmes que la Psychiâtrie de l'avenir aura à résoudre.

Ce livre est divisé en deux parties.

La première traite de la Psychiâtrie générale et comprend l'étude des causes, des symptômes et du traitement des troubles mentaux, envisagés indépendamment des affections dans lesquelles ils se rencontrent.

Les sujets traités dans cette première partie, notamment dans le chapitre de la séméiologie, sont d'une importance primordiale. Une connaissance précise des troubles psychiques élémentaires (illusions, hallucinations, troubles de la conscience et de l'attention, etc.) est indispensable à qui veut connaître la genèse et l'évolution des psychoses.

La deuxième partie du manuel est consacrée à la Psychiâtrie proprement dite, c'est-à-dire à l'étude individuelle des maladies mentales.

Comment grouper ces affections?

L'Anatomie pathologique permettrait d'établir entre elles des catégories étayées sur une base réelle; mais, les lésions de la plupart des psychoses étant inconnues, toutes les classifications proposées jusqu'ici en Pathologie mentale sont forcément artificielles. L'auteur a choisi la plus pratique, la plus commode, pour établir un pronostic et instituer un traitement. Il adopte celle de Kraepelin, professeur à l'Université d'Heidelberg, en y apportant cependant quelques modifications.

On ne peut reproduire ici cette classification et donner la liste des formes psychiques, qui, dans cette partie de l'ouvrage, sont passées en revue.

Ce que l'on peut dire, c'est que ce livre trouve bien sa place dans la bibliothèque du praticien ou de l'étudiant qui veut commencer à se familiariser avec l'étude de la Psychiâtrie.

Dr Henry Meige.

Paris (A.). — **Contribution à l'étude des modifications sanguines chez l'enfant diphtérique traité par le sérum antidiphtérique** (*Thèse de la Faculté de Médecine de Paris.*) — 1 *vol. in-8°. J. Rousset, éditeur, Paris*, 1903.

Un grand nombre d'observateurs ont étudié les modifications du sang chez les malades atteints de diphtérie et chez les animaux inoculés avec la toxine ou l'antitoxine diphtérique.

Les résultats obtenus ne sont pas absolument concordants et certains faits ont été laissés dans l'ombre. Aussi devons-nous savoir gré à M. Albert Paris d'avoir repris la question et d'en avoir fait le sujet de sa thèse inaugurale.

Le travail de cet auteur, basé sur vingt-trois observations et seize expériences, a été conduit avec tout le soin désirable. Si la lecture en est un peu aride, les conclusions nous semblent fort intéressantes.

M. Paris a étudié trois problèmes différents : il a recherché les variations des leucocytes, les variations quantitatives des globules rouges, les modifications de la résistance globulaire. Dans chacun de ces trois chapitres, il a mené de front l'examen du sang chez les enfants malades et chez les animaux intoxiqués; enfin, il s'est attaché à mettre en évidence l'influence du sérum spécifique.

1° *Variations des leucocytes.* — La diphtérie détermine chez l'enfant une augmentation des leucocytes, avec prédominance des polynucléaires.

L'injection du sérum diminue l'hyperleucocytose et agit d'autant plus rapidement que le cas est moins grave. Si, dans un délai de trente minutes à cinq heures, la modification ne s'est pas produite, c'est que la dose de sérum est insuffisante : il faut pratiquer une nouvelle injection.

Dans presque tous les cas, on observe, une demi-heure à deux heures après l'injection, une augmentation des polynucléaires neutrophiles. Quelques heures plus tard, le nombre de ces cellules diminue; cette diminution est retardée dans les cas graves.

2° *Variations des globules rouges.* — La diphtérie diminue le nombre des globules rouges. L'injection du sérum provoque une légère hypoglobulie, suivie d'un retour à la normale et, plus tard, d'hyperglobulie.

3° *Résistance globulaire.* — Chez les enfants diphtériques n'ayant pas reçu de sérum, on observe une augmentation de la résistance minima (R_1) des globules rouges et une légère diminution de la résistance moyenne (R_2)[1]. Après les injections de sérum, R_1 diminue, revient au chiffre normal et parfois le dépasse; pendant la convalescence, il demeure augmenté; R_2 ne se modifie guère.

Chez les animaux, à la suite d'une injection de toxine diphtérique, R_1 et R_2 diminuent. Après l'injection de sérum, R_1 et R_2 redeviennent normaux. Après

[1] La résistance minima est déterminée par la solution où commence la destruction globulaire : chez les enfants normaux, elle est de 44 à 48 °/₀ de NaCl. La résistance moyenne est donnée par la solution dans laquelle le sang paraît laqué : elle est, d'après Paris et Salomon, de 32 à 36 °/₀ de NaCl.

une deuxième ou une troisième injection de sérum, R_1 et R_2 diminuent ; R_1 redevient normal au bout de deux à cinq heures ; R_2 reste diminué.

Quand on introduit seulement le sérum antidiphtérique chez les lapins normaux, on voit diminuer rapidement R_1 et à un degré moindre R_2. Au bout de trois à six heures, R_1 redevient normal, R_2 reste un peu diminué. Au bout de vingt-quatre heures, il n'y a plus de modifications appréciables.

En répétant les injections de sérum, on observe des modifications analogues, mais moins marquées et moins durables.

Nous avons insisté sur le dernier chapitre du travail de M. Paris, car ses recherches sur la résistance globulaire constituent la partie la plus nouvelle et la plus originale de l'intéressant Mémoire que nous venons d'analyser.

Dr H. Roger,
Professeur agrégé à la Faculté de Médecine,
Médecin des Hôpitaux.

5° Sciences diverses

Dumolard (Henry). — **Le Japon politique, économique et social.** — 1 *vol. in*-12 *de* VIII-342 *pages*, (*Prix* : 4 *fr.*) *Librairie Armand Colin. Paris*, 1903.

Cet ouvrage est le fruit d'observations de trois années, rendues plus complètes et plus précises par le fait que l'auteur a occupé, pendant son séjour au Japon, la chaire de droit français à l'Université Impériale de Tokio. Cette situation officielle a permis à M. Dumolard de mettre dans son livre tout autre chose que des impressions de voyageur. Il n'y faut pas, sauf exceptions rares, chercher la page descriptive ou anecdotique : c'est un tableau systématique « des divers organes essentiels de la vie politique, économique et sociale de ce pays en pleine transformation » (p. VI). Ainsi le volume complète, de la façon la plus attachante et la plus utile, diverses études nouvelles, dont l'inspiration fut toute différente. Il met à la portée du public français ce qu'il est actuellement possible de savoir sur les ressources, les moyens d'action et la puissance de ce Nippon, que les Européens rencontrent en face d'eux dans l'Extrême-Orient.

Après un chapitre d'introduction (« Un peu d'histoire »), dans lequel M. Dumolard fait ressortir les étapes et les dates importantes de la transformation du Japon, se place l'exposé de l'état politique de l'Empire. L'auteur montre combien le pays est encore loin de posséder une constitution fixée, et combien il lui reste à faire pour l'organisation du régime parlementaire. La place grandissante occupée par les politiciens en face des hommes de 1868, le fonctionnarisme, ont des traits de ressemblance avec certains Etats occidentaux. Mais le Japon se distingue encore par la survivance et la puissance des anciens clans, que n'ont fait disparaître, ni la suppression du système féodal, ni la création, en 1884, d'une noblesse nouvelle. Un autre caractère particulier est l'infériorité de la presse en général. Il faut lire en détail toute cette partie de l'ouvrage pour souscrire au jugement de l'auteur, qui estime (p. 55) que « le peuple japonais n'a pas gagné beaucoup à la transformation politique ».

Avec le chapitre VI commence l'étude des questions économiques et sociales, qui intéresseront de plus près les lecteurs de la *Revue*.

La situation financière du Japon, tout d'abord, apparaît comme peu brillante. Après une liquidation coûteuse de l'ancien régime, l'Empire est entré, autant par l'action de certains hommes d'Etat que par la force des circonstances, dans la voie des grosses dépenses d'administration, de guerre et de marine, sans compter l'intérêt exigible de la dette, qui dépasse déjà 1 milliard 250 millions. Ce mouvement, qui s'est accentué depuis la guerre contre la Chine et le traité de Simonoséki, n'est pas sans donner des craintes pour l'avenir : quoique de nouvelles ressources deviennent sans cesse nécessaires, le Gouvernement échoue dans ses tentatives pour augmenter l'impôt (qui s'est accru de 250 millions de francs en trois ans) ; et, d'autre part, on éprouve des difficultés extrêmes, soit à faire couvrir les emprunts extérieurs, soit à trouver des prêteurs au dehors.

Le Japon est demeuré un pays surtout agricole. Pour la consommation de ses 45 millions d'habitants (sur une superficie de 380.000 kilomètres carrés seulement), il importe fort peu de denrées alimentaires. C'est que son sol, dont $\frac{1}{12}$ seulement est exploitable, et dont la fertilité n'est que moyenne, fournit d'énormes rendements (principalement en riz), grâce à la division extrême de la propriété et à la minutie du travail. Il est curieux de voir, dans ce milieu routinier, naître et se développer ces associations de mutualité rurale, comme la « Hotokousha », décrite (p. 114 et suiv.) par M. Dumolard.

En dépit de très sérieux progrès, dont le mérite revient surtout au Gouvernement, le Japon ne présente guère, au point de vue industriel, que la « brillante façade d'un édifice factice et sans solidité » (p. 136). L'auteur ne croit pas au péril économique japonais, même en ce qui concerne le placement des marchandises nipponnes en Chine, aux dépens des produits européens. Le manque de dressage, les défauts inhérents au tempérament des ouvriers du pays, la division des capitaux entre une foule de sociétés, en seraient les raisons principales. On ne peut pas ne pas être frappé, par exemple, de ce fait que les chemins de fer, dont la construction a débuté en 1872, n'avaient atteint, en 1901, que la longueur de 3.600 milles anglais, et se trouvaient aux mains de cinquante-huit compagnies.

La persistance de mauvaises méthodes commerciales, l'absence de moralité en affaires, la hausse continue du prix de la main-d'œuvre (en dépit de l'emploi disproportionné du travail des femmes et des enfants), les obstacles que la législation apporte à l'entrée des capitaux étrangers (notamment par l'interdiction aux Européens de posséder le sol), sont évidemment aussi des causes d'infériorité. Cependant, M. Dumolard insiste avec raison sur le fait que les marchandises manufacturées dans les usines du Japon figurent maintenant dans l'exportation pour une proportion de 78 %. C'est l'indice d'un indéniable essor, sensible surtout en ce qui regarde les industries du coton, et suffisamment expliqué par l'augmentation d'une population qui ne peut tout entière subsister par l'agriculture.

Le passage de la production familiale à l'industrialisme a posé, plutôt que fait naître, la question sociale. On lira avec un vif intérêt, dans l'ouvrage de M. Dumolard, les pages consacrées au paupérisme, parmi lesquelles la description de certains quartiers de Tokyo (p. 178) m'a particulièrement frappé.

Les chapitres IX à XI, sur l'instruction publique, la religion, le féminisme, l'art, font ressortir l'un des vices fondamentaux de l'âme japonaise : l'orgueil, et montrent le curieux mélange qui existe aujourd'hui en ce pays, de l'imitation à la fois servile et dédaigneuse de l'Occident, avec la persistance des vieilles traditions. Jusque dans la rédaction de leurs codes (1882-99), les Japonais apparaissent comme des parvenus mal dégrossis.

Les trois derniers chapitres, qui concernent la revision récente des traités avec l'Europe et les Etats-Unis, la politique extérieure, les agissements du Japon en Corée, perdraient à être résumés ici. Deux idées motrices de la diplomatie nipponne s'en dégagent : le Japon veut être traité d'égal à égal par les puissances civilisées, et il a la haine du Russe[1].

J. Machat,
Agrégé d'Histoire et de Géographie,
Professeur au Lycée de Bourges.

[1] Ce compte rendu était déjà écrit lorsque, au commencement du mois, les hostilités ont éclaté entre le Japon et la Russie. La tournure des événements, en venant à l'appui de certaines idées exprimées par M. Dumolard, donne à son livre un puissant intérêt d'actualité. (N. de la Dir.)

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 1er Février 1904.

1° Sciences mathématiques. — M. **Guichard** étudie les systèmes de deux surfaces dont les lignes de courbure se projettent sur un plan suivant les mêmes courbes. La recherche de la représentation sphérique de ces surfaces revient à celle des surfaces dont les plans principaux sont conjugués par rapport à une quadrique de révolution. — M. **A. Pellet** communique ses recherches sur les fonctions entières. — M. **Edm. Maillet** étudie les fonctions monodromes et les nombres transcendants. — M. **J. Janssen** présente l'Atlas de photographies solaires exécutées à l'Observatoire de Meudon. — M. **J. Guillaume** communique ses observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon pendant le troisième trimestre de 1903. Le nombre des groupes de taches et leur surface totale ont diminué légèrement par rapport au trimestre précédent. Le nombre des groupes de facules et leur surface ont, au contraire, augmenté. — M. **L. Gorczynski** a déterminé l'intensité du rayonnement solaire à Varsovie depuis 1901. Il a constaté une diminution considérable de ce rayonnement à partir de mai 1902, laquelle a atteint son plus haut degré au printemps de 1903.

2 Sciences physiques. — M. **C. Chabrié** décrit le principe de la construction d'un appareil d'optique destiné à obtenir de très forts grossissements. — M. **C. Gutton** a constaté que, chaque fois que du sulfure de calcium phosphorescent est placé dans un champ magnétique non uniforme, il devient plus visible. L'action d'un champ uniforme est nulle. — M. **Aug. Charpentier** a observé qu'une lame d'acier trempée, productrice de rayons X, promenée sur le côté gauche du crâne, agit sur les centres cérébraux et produit un certain accroissement de l'éclairement apparent des objets extérieurs. — M. **Ed. Meyer** a constaté que les végétaux maintenus à l'obscurité émettent continuellement des rayons X. — M. **J. Bergonié** a essayé de déterminer expérimentalement le meilleur vêtement par des expériences sur un buste en cuivre rouge, rempli d'eau à la température de 37°. Il a obtenu entre les temps que met le buste à se refroidir nu ou couvert de différents vêtements des rapports qui mesurent la valeur du vêtement ou son coefficient de protection. — M. **H. Moissan** a observé qu'un mélange intime et en poudre fine de chaux vive et de charbon de sucre ne réagit pas après dix minutes de chauffe à la température de fusion du platine. Le carbure de calcium fond à une température supérieure à celle de la fusion du platine. — M. **A. Trillat** a reconnu que les solutions colloïdales de manganèse obtenues en présence de l'albumine et d'un alcali possèdent les propriétés d'un ferment oxydant. — M. **H. Pélabon** a étudié la fusion des mélanges de trisulfure d'antimoine et d'antimoine. — MM. **P. Sabatier** et **A. Mailhe**, en faisant passer un mélange de vapeurs de composés halogénés aromatiques et d'hydrogène sur du nickel réduit, sont parvenus à remplacer les halogènes par de l'hydrogène sans addition d'hydrogène au noyau. — M. **A. Béhal** a préparé le β-campholénol-1 ou alcool campholénique, isomère du bornéol, par réduction du campholénate d'éthyle inactif; c'est un liquide bouillant à 215-216°. Par ébullition prolongée avec H^2SO^4, il donne un oxyde. — M. **R. Fosse** a préparé de nouveaux dinaphtopyranes substitués par copulation des sels de dinaphtopyryle avec les trois crésols ortho, méta et para. — M. **E. E. Blaise**, en condensant les nitriles RCAz avec l'iodure d'allyle en présence de zinc, a obtenu des dérivés organométalliques qui sont décomposés par l'eau avec formation d'AzH^3 et des cétones $CH^2 : CH.CH^2.CO.R$. — M. **Ch. Moureu** a obtenu, par l'hydrolyse sulfurique à chaud des acides éthyléniques β-oxyalcoylés $R.C(OR') : CH.CO^2H$, les acétones $R.CO.CH^3$. Ces mêmes acides sont décomposés par la chaleur en CO^2 et carbures $R.C(OR') : CH^2$, qui sont hydrolysés à leur tour en acétones $R.CO.CH^3$ et alcools $R'OH$. — M. **P. Freundler** poursuit ses recherches sur les azoïques et la réduction des composés nitrés. — M. **E. Demoussy** a vérifié que la croissance rapide des végétaux sous châssis n'est pas seulement due à la température élevée, mais doit, en outre, être attribuée à l'acide carbonique dégagé par le fumier. Il est probable qu'en plein air, les plantes de faible hauteur profitent aussi de CO^2 dégagé par le sol. — MM. **Bouilhac** et **Giustiniani** ont constaté que diverses plantes supérieures non légumineuses peuvent profiter de l'azote aérien fixé par certains organismes végétaux inférieurs (algues et bactéries); la matière azotée produite est assez diffusible pour permettre le développement rapide des végétaux.

3° Sciences naturelles. — M. **Arm. Sabatier** montre l'existence de mains des ceintures chez les Poissons holocéphales et chez les Dipneustes. Il y a une relation entre la situation des orifices branchiaux et des membres et le développement des mains des ceintures. — M. **R. Anthony**, étudiant l'orientation des Tridacnes, montre qu'ils n'ont subi aucune torsion et doivent probablement leur aplatissement à leur genre de vie et à l'action de la pesanteur. — M. **G. Coutagne** étudie la sélection des caractères polytaxiques dans le cas des croisements mendéliens. — M. **J. Anglas** montre les rapports du développement de l'appareil trachéen et des métamorphoses chez les Insectes. — M. **R. Dubois** signale l'emploi des rayons X à la recherche des perles chez les pintadines vivantes; on peut opérer sans blesser les animaux et rejeter à la mer ceux qui n'en contiennent pas. — M. **P.-P. Richer** a reconnu que les fleurs de Sarrasin sont toujours stériles après pollinisation directe ou indirecte (entre fleurs de même forme de la même plante); elles sont très peu fertiles après pollinisation croisée illégitime entre fleurs de même forme de plantes distinctes; elles sont très fertiles après pollinisation croisée légitime entre fleurs de forme différente de plantes distinctes. — Mlle **M. Stefanowska** a étudié la croissance en poids de plantes cultivées dans l'eau additionnée de sels nutritifs. L'accroissement de la masse végétale en fonction du temps suit une loi mathématique rigoureuse. — MM. **P. Viala** et **P. Pacottet** sont parvenus à obtenir de belles cultures de black-rot sur divers milieux (infusion de haricots, etc.) après plusieurs passages sur moût de raisins verts. L'acidité favorise leur développement et de fortes doses de sucre le retardent ou l'empêchent. — M. **L. de Launay** montre que le phosphore a pu jouer, dans la métallurgie du globe, soit à l'état libre, soit à l'état de H^3PO^4, un rôle de minéralisateur. — M. **P. Lemoine** signale la présence de l'Oligocène à Madagascar. — M. **P. Choffat** a étudié les séismes ressentis en Portugal en 1903. Le centre principal se trouve toujours dans les profondeurs de l'Océan; un autre centre important se trouverait en Andalousie.

Séance du 8 Février 1904.

1° Sciences mathématiques. — M. **Em. Borel** présente quelques remarques sur les équations différentielles dont l'intégrale générale est une fonction entière. — M. **Traynard** étudie certaines fonctions thêta et quel-

ques-unes des surfaces hyperelliptiques auxquelles elles conduisent. — M. **Fatou** démontre qu'une série entière à coefficients rationnels et entiers, qui est le développement d'une fonction algébrique, possède un rayon de convergence toujours plus petit que 1, à moins que la fonction algébrique considérée ne se réduise à une fraction rationnelle dont tous les pôles sont des racines de l'unité. — M. **G. Remoundos** étudie les zéros d'une classe de transcendantes multiformes. — M. **Louis Fabry** montre que, dans le calcul du grand axe d'une orbite cométaire lorsque l'astre est très éloigné du Soleil, on oublie souvent de faire entrer en ligne de compte la masse des planètes. Les calculs de M. Stromgreen pour la comète 1890 II, revisés à ce point de vue, conduisent plutôt pour cet astre à une orbite elliptique. — M. **J.-A. Normand** indique une méthode de détermination du déplacement d'un bâtiment de combat en tenant compte de la surimmersion.

2° Sciences physiques. — M. **H. Deslandres** a vérifié, avec le deuxième groupe de bandes de l'azote, sa loi générale de distribution des raies dans les spectres de bandes, qu'il énonce maintenant d'une façon plus précise comme suit : En général, chaque bande, exprimée en nombre de vibrations, est divisible en séries de raies enchevêtrées, chaque série étant telle que les intervalles successifs sont en progression arithmétique. Les raisons des séries sont égales ou très voisines. Avec certaines bandes (2e groupe de l'azote en particulier), les différences entre les positions des raies calculées et mesurées sont toutes inférieures à la raison ; parfois même, l'écart moyen quadratique est au plus égal à l'erreur de pointé. — M. **C. de Watteville** a étudié les spectres de flamme des métaux Li, Na et K. La flamme est divisée en régions n'émettant chacune qu'un groupe de raies : la zone moyenne, les lignes des séries secondaires, et la zone haute les lignes de la série principale. — M. **A. d'Arsonval** décrit un nouveau dispositif électrique, reposant sur l'emploi d'un condensateur, pour souffler automatiquement l'arc de haute fréquence. — MM. **A. d'Arsonval** et **Gaiffe** présentent des dispositifs de protection pour sources électriques alimentant les générateurs de haute fréquence. Ils consistent dans l'intercalation, entre le transformateur et l'éclateur, d'un circuit arrêtant les ondes soit par résistance, soit par induction, ou les deux à la fois. — M. **E. Bichat** montre que la transmission des rayons X par des fils de différentes substances est tout à fait analogue à l'expérience dans laquelle la lumière est conduite d'une extrémité à l'autre d'une tige de verre courbée par une suite de réflexions successives. — M. **C. Chabrié** étudie la fonction qui représente le grossissement des objets vus à travers un cône de cristal ; elle diffère par une constante de l'équation d'une hyperbole rapportée à ses asymptotes. — M. **C. Gutton** a mis en évidence l'effet magnétique des courants de convection par leur action sur le sulfure de zinc phosphorescent. — M. **V. Schaffers** propose une nouvelle théorie des machines à influence, basée sur la considération de la variation de capacité par unité de surface dans la rotation des plateaux. — M. **L. Fraichet** montre la relation qui existe entre les variations brusques de la réluctance d'un barreau d'acier aimanté soumis à la traction et la formation des lignes de Luders : les deux phénomènes paraissent provenir de la même cause. — M. **A. Ponsot** communique quelques remarques sur l'osmose, à propos d'une Note de M. Guillemin. — M. **A. Brochet** et **J. Petit** ont constaté que le courant sinusoïdal active la dissolution du cuivre dans le cyanure de potassium, avec formation d'un sel $Cu^2(CAz)^2.6KCAz$. Le zinc et le nickel se comportent de même en formant des sels $M(CAz)^2 2KCAz$. — M. **F. Pearce** et **Ch. Couchet**, en dirigeant un courant alternatif dans des solutions de certains sels, ont observé : soit une dissolution des électrodes, phénomène déjà connu, soit une réduction plus ou moins complète du sel dissous, si toutefois ce sel est réductible. — M. **R. Boulouch**, en faisant agir la lumière sur un mélange de S et de P^4S^3 auquel on avait ajouté quelques paillettes d'iode, a obtenu une cristallisation abondante d'un sulfure P^4S^5. Par l'action de la lumière sur un mélange de P et de S en solution avec un peu d'I, on obtient un sulfure P^3S^5. — M. **E. Dervin** montre que l'action de la chaleur sur les mélanges de soufre et de sesquisulfure de phosphore donne des résultats analogues à ceux de M. Boulouch. — MM. **C. Marie** et **R. Marquis** montrent que l'acide carbonique déplace l'acide azoteux des solutions d'azotite de sodium. — M. **L. Guillet** a reconnu que les aciers au vanadium se divisent en trois groupes distincts; seuls, les aciers à moins de 7 % de vanadium sont susceptibles d'applications industrielles (acier à outils). — M. **O. Boudouard** a déterminé expérimentalement l'influence spécifique du nickel sur la position des points de transformation du fer dans les aciers au nickel. — M. **L. J. Simon**, en condensant l'urée avec le pyruvate d'éthyle, a obtenu l'éther homo-allantoïque, $CH^3.C(AzH.CO.AzH^2)^2.CO^2C^2H^5$, se décomposant aux environs de 200°. — M. **P. Carré**, en éthérifiant le glycol par l'acide phosphorique à 140°-145°, sous 15 à 18 millimètres, a obtenu 3,5 % de triéther, 42,4 % de diéther et 44 % de monoéther. — M. **L. Maquenne** montre que le grain de fécule possède, au point de vue chimique, la même composition que l'empois vieilli, ce qui le conduit à y voir de l'amidon rétrogradé, c'est-à-dire mélangé d'amylocelluloses à divers états de condensation. — MM. **A. Haller** et **A. Guyot**, en faisant réagir le bromure de phénylmagnésium sur l'anthraquinone, ont obtenu le dihydrure d'anthracène μ-dihydroxylé μ-diphénylé, F. 242°. — M. **H. Pottevin**, en faisant réagir l'acide oléique sur la mono-oléine en présence de diastase pancréatique, a préparé la trioléine. On peut de la même façon éthérifier l'acide stéarique et l'acide oléique par divers alcools. — MM. **Eug. Charabot** et **Al. Hébert** ont reconnu que l'élimination systématique et complète des inflorescences des plantes à parfum produit un accroissement manifeste de la tige et, en ce qui concerne l'essence, une augmentation aussi bien de sa proportion centésimale que de son poids absolu dans les parties vertes. — MM. **J. E. Abelous** et **J. Aloy** ont constaté que la diastase oxydoréductrice existe dans le règne végétal comme dans le règne animal. — M. **H. Coupin** a reconnu que le *Stigmatocystis nigra* assimile l'alcool éthylique, la glycérine, l'érythrite et la mannite. L'alcool méthylique et le glycol sont non assimilables et indifférents ; les alcools propyliques et butyliques sont non assimilables et toxiques.

3° Sciences naturelles. — M. **L. Calvet** a déterminé 63 Bryozoaires marins recueillis au sud de la Patagonie ; en ce qui concerne ces animaux, la théorie de la bipolarité des faunes paraît être en défaut. — M. **J. Jolly** montre que la température a une influence directe sur la durée des phases de la division des cellules animales, surtout sur celle des phases médianes. — M. **H. Jacob de Cordemoy** a reconnu qu'il existe, entre les racines latérales et aériennes de la Vanille cultivée et le support auquel elles adhèrent étroitement, un mycorhize à la fois ectotrophique et endotrophique; il paraît y avoir, entre l'Orchidée et le Mycorhize, une association symbiotique réelle. — M. **J. Bergeron** montre que les trois bandes paléozoïques fossilifères du versant méridional de la Montagne-Noire correspondent à trois nappes de charriage venant du sud-est et refoulées contre le massif axial de la montagne. — M. **H. Douxami** signale la présence de dolines, dues à l'existence en profondeur de gypses, dans les environs de Thonon-les-Bains. Ces dolines semblent ainsi jalonner le bord nord des Préalpes. Les gypses sont : ou bien d'âge tertiaire, aquitanien, ou bien se rattachent au gypse d'Armoy triasique. — M. **Agnus** montre que le *Palaeoblattina Douvillei*, considéré d'abord comme un insecte, n'est autre qu'une pointe génale d'*Asaphidé*, trilobite des mers anciennes.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 19 Janvier 1904.

M. **Ch. Périer** présente un Rapport sur un Mémoire du Dr **Villemin** relatif au traitement des ostéo-arthrites tuberculeuses du genou par l'association combinée de la méthode sclérogène et des injections intra-articulaires. Dans trois cas, la guérison a été obtenue en trois à cinq mois sans complications, sans suppuration, avec intégrité complète des mouvements de la jointure. — M. **Du Castel** présente un Rapport sur une communication du Dr **Jacquet** intitulée : Échec de cent tentatives d'inoculation peladique. La transmissibilité de la pelade, déjà fort discutée, paraît aujourd'hui absolument controuvée. — M. **A. Pinard** donne quelques renseignements sur le fonctionnement de la Maison d'accouchements Baudelocque depuis sa création (1889) jusqu'au 1er janvier 1904. Dans cet intervalle, 31.539 femmes ont accouché ou avorté dans le service et chez les sages-femmes agréées; la mortalité totale a été de 0,53 %, la mortalité par septicémie de 0,22 %. — M. **Benjamin** lit un Mémoire sur un cas d'hémorragie cæcale causée par une affection du cœur chez un cheval hongre âgé de six ans.

Séance du 26 Janvier 1904.

L'Académie procède à l'élection d'un membre titulaire dans la Section d'Anatomie et de Physiologie. M. **Reynier** est élu par 42 voix contre 35 à M. **Poirier**, et 2 à M. **F. Henneguy**.

M. **Chauvel** présente un Rapport sur un Mémoire du Dr **E. Koenig** concernant les névrites optiques périphériques et leur traitement chirurgical. La sclérotomie préconisée par l'auteur ne paraît pas avoir toujours donné des résultats bien évidents. — M. **V. Cornil** présente un Rapport sur une communication du Dr **Heryng** intitulée : Traitement des affections des organes respiratoires au moyen d'un appareil d'inhalation thermorégulateur et gazéificateur. Pour obtenir la pénétration des liquides pulvérisés dans les parties profondes des voies aériennes, l'auteur a élevé la température de ces liquides jusqu'à 65° et 70°. Il a obtenu ainsi d'heureux résultats dans les maladies chroniques du pharynx et du rétro-pharynx.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 23 Janvier 1904.

MM. **M. Caullery** et **F. Mesnil** ont rencontré dans la cavité générale d'un Térébellien, le *Polycirrus haematodes* Clap., un organisme parasite, qu'ils dénomment *Pelmatosphaera polycirri*, et qui ne paraît rentrer dans aucun groupe connu, tout en se rapprochant des Orthonectides. — MM. **P. Ancel** et **P. Bouin** répondent aux critiques adressées par M. Loisel à leurs travaux sur la glande interstitielle du testicule des Mammifères. — MM. **Edm.** et **Et. Sergent** ont étudié les larves hexapodes d'Hydrachnides vivant en parasites sur les *Anopheles*; le rôle nuisible de ces Acariens vis-à-vis de leurs hôtes est très probablement nul. — M. **P.-A. Zachariades** considère la fibrille conjonctive comme un prolongement cellulaire, qui aurait sécrété dans sa partie périphérique la substance collagène et qui persisterait sous forme de filament axile. — MM. **P. Bar** et **R. Daunay** ont constaté, sur cinq femmes bien portantes, que la densité du sang diminue pendant le dernier mois de la grossesse normale; elle se relève moins vite chez les femmes qui sont nourrices que chez celles qui ne le sont pas. A la fin de la grossesse, la proportion de plasma dans le sang s'accroît; celle des globules et de l'hémoglobine, ainsi que l'alcalinité, diminue. — M. **P. Remlinger** a observé, sur deux personnes atteintes de la rage, que la salive n'était pas virulente. — M. **Jan Tur** a reconnu, au moins chez les Sauropsidés, que chaque composant figuré d'un système embryonnaire polygénétique autositaire atteint les dimensions normales d'un système simple indépendant. — MM. **M. Doyon** et **N. Kareff** ont constaté que l'injection de pilocarpine diminue ou fait disparaître le glycogène du foie. — M. **R Lépine** a observé que l'exposition du cou aux rayons X peut être suivie, chez un animal qui réagit bien, d'une excitation fonctionnelle du corps thyroïde qui amène, dans sa nutrition, une perturbation analogue à celle qui résulte de l'ingestion de la glande (augmentation de l'excrétion d'urée, etc.). — M. **P. Mulon** a reconnu que la réaction chromaffine est spécifique de la présence de l'adrénaline dans une cellule. Il existe, chez les Vertébrés supérieurs comme chez les Téléostéens, des glandes adrénalogènes disséminées le long du sympathique, au voisinage des groupes de cellules. En utilisant la coloration de l'adrénaline par OsO^4, l'auteur a constaté que l'adrénaline semble contenue uniquement dans la médullaire, et plus précisément qu'elle existe en nature au niveau des granulations intracytoplasmiques, qui vraisemblablement en sont entièrement formées. — M. **Laufer** a traité avec succès deux cas d'hyperchlorhydrie par le régime hypochloruré. — M. **R. Bensaude** estime, contrairement à M. Grenet, que la prise du sang dans la veine n'élimine pas les causes d'erreur auxquelles on est exposé dans l'étude du caillot sanguin; le seul contrôle consiste dans l'examen des hématoblastes. — MM. **Edm.** et **Et. Sergent** ont constaté la présence de Trypanosomes dans le sang de plusieurs Dromadaires d'Algérie; la maladie qu'ils provoquent paraît différente du nagana et du surra. — Les mêmes auteurs ont trouvé, dans le sang d'une grenouille verte de Kabylie, un Trypanosome nouveau, qu'ils nomment *Tr. inopinatum*; il offre des ressemblances avec le *Tr. Lewisi* et le *Tr. Remaki*.

Séance du 30 Janvier 1904.

MM. **Edm.** et **Et. Sergent** ont trouvé, chez la *Testudo mauritanica*, une hémogrégarine parasite voisine de *H. Stepanowi*. — Les mêmes auteurs ont constaté la présence d'Hématozoaires dans le sang d'un grand nombre d'Oiseaux de l'Algérie. — M. **G. Hayem** étudie les effets du chlorure de sodium dans les gastropathies. — M. **J. Nattan-Larrier** a constaté une réaction thermique chez le cobaye soumis à l'action de la tuberculine peu de temps après l'inoculation d'un liquide suspect. — MM. **A. Gilbert** et **A. Lippmann** ont observé un cas d'agglutination du bacille d'Eberth par le sérum d'une ictérique présentant la symptomatologie de l'ictère catarrhal. — Les mêmes auteurs ont constaté qu'à l'état normal les conduits pancréatiques sont envahis dans leur portion terminale par une abondante flore microbienne. Les germes anaérobies offrent, par leur fréquence, leur abondance et leur variété, un contraste frappant avec l'inconstance, la pauvreté et la rareté des aérobies. — M. **F.-J. Bosc** a étudié les lésions du foie dans la syphilis héréditaire. Le virus syphilitique, disséminé dans tout le foie par la voie veineuse, provoque des proliférations cellulaires karyokinétiques à la fois épithéliales et conjonctivo-vasculaires qui constituent la pustule syphilitique. Mais les proliférations épithéliales sont bientôt détruites par les conjonctivo-vasculaires; la pustule, devenue complètement conjonctive, régresse et constitue la gomme. — MM. **G. Billard** et **L. Dieulafé** ont exagéré ou diminué à volonté la toxicité d'une solution de curare en modifiant sa tension superficielle par l'addition d'alcool ou de savon. — Les mêmes auteurs décrivent un procédé de mesure de l'émission du parfum des fleurs. — M. **R. Dubois**, à propos de la découverte des rayons N d'origine physiologique, rappelle ses expériences sur la lumière physiologique. — M. **P. Remlinger** est arrivé à faire traverser par le virus rabique les bougies Berkefeld N et W, après passage préalable par la bougie V. — MM. **A.-M. Bloch** et **H. Busquet** ont reconnu que le tremblement physiologique est un phénomène commun à tous les individus et se produisant dans deux circonstances : dans l'effort musculaire extrême et dans la

recherche d'une position d'équilibre; il présente, à côté d'une énorme irrégularité d'amplitude, une uniformité de vitesse à peu près absolue. — MM. **M. Lœper** et **A. Louste** croient qu'il existe dans le sang, au cours de l'évolution des sarcomes, une migration persistante ou passagère des cellules néoplasiques, que l'hématolyse préalable et la centrifugation permettent de mettre en évidence. — MM. **Thiercelin** et **L. Jouhaud** ont étudié les variations morphologiques et la structure du bacille d'Eberth dans différents milieux. — M. **E. Wahlen** a observé une propriété vaccinante de certaines cultures filtrées de tuberculose. — M. **G. Mioni** dose le pouvoir hémolytique des liquides de l'organisme en faisant agir un volume constant de liquide plus ou moins dilué sur une quantité constante de globules rouges lavés à 37°, pendant une heure, en agitant souvent, et dosant ensuite l'hémoglobine dissoute. — MM. **J. Sabrazès** et **L. Muratet** ont conservé vivant le Trypanosome de l'Anguille dans des sérosités humaines à 36° pendant deux jours; l'eau distillée, au contraire, le tue et le désagrège. — M. **Ch.-A. François-Frank** décrit une méthode pour la photographie simultanée des mouvements extérieurs de la respiration et des courbes pneumographiques et pleuro-anémométriques. Il étudie ensuite le mécanisme des troubles respiratoires dus à la perte de tonicité des parois abdominales et à la ptose viscérale dans l'attitude verticale. — M. **C. Delezenne** communique de nouvelles observations sur le pouvoir kinasique de la fibrine. — MM. **F. Ramond** et **F. Flandrin** déduisent de leurs expériences que le mode d'absorption des graisses par osmose, après saponification, est loin d'être négligeable, et que cette absorption se fait surtout par la veine porte. — M. **F. Ramond** a étudié la desquammation épithéliale de l'intestin grêle provoquée par l'arrivée du chyme. — M. **J. Anglas** montre que les cellules de remplacement de l'intestin chez les Hyménoptères peuvent être considérées comme des cellules trachéales devenues libres peu après leur immigration à la base externe de l'épithélium intestinal. Les métamorphoses proprement dites des Insectes, qui ne portent jamais que sur l'intestin moyen et la musculature, sont corrélatives de poussées trachéennes successives.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séance du 19 Janvier 1904.

M. **Ch. Livon** a constaté que les vieilles solutions d'adrénaline restées claires ont conservé leurs propriétés, tandis que les solutions devenues foncées les ont perdues. — M. **A. Briot** a trouvé sur la Vive un Trématode parasite nouveau, qu'il nomme *Microcotyle draconis*. — M. **Ed. Hawthorn** a observé que le pouvoir agglutinant pour les cultures homogènes du bacille de Koch est presque toujours transmis de la mère au fœtus chez les cobayes infectés. — M. **P. Stéphan** a constaté que, chez les Poissons pêchés à la dynamite, l'explosion ne produit pas toujours la séparation de la base du crâne et de la première vertèbre cervicale, que l'on avait indiquée comme caractéristique.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 5 Février 1904.

M. **Eugène Bloch** a montré antérieurement que la conductibilité électrique de l'air sec qui a passé sur du phosphore est due à des ions de très faible mobilité, capables de condenser la vapeur d'eau simplement saturante; ces ions sont de véritables poussières chargées, visibles dans une lumière suffisamment intense. On peut se proposer de poursuivre l'étude de l'émanation du phosphore en déterminant le *coefficient de recombinaison* α des ions. Celui-ci est lié par l'équation :

$$\frac{1}{p} - \frac{1}{p_0} = \alpha T$$

aux densités des charges (positives) p_0 et p aux époques 0 et T. La mesure des densités p_0 et p peut se faire par la méthode directe que M. Townsend a employée dans le cas des rayons de Röntgen et qui est une méthode de courant gazeux. Le résultat est le suivant : le coefficient de recombinaison varie entre 2 et 6, alors que, pour le cas des rayons de Röntgen, le nombre le plus probable est 3.400. Il y a donc un écart du même ordre entre les coefficients de recombinaison qu'entre les mobilités. Il faut même remarquer que les nombres obtenus sont encore deux ou trois fois trop grands, par suite de l'existence dans le gaz de poussières très nombreuses, dont la présence est inévitable et vers lesquelles les ions peuvent se diffuser, ce qui accroît en apparence la recombinaison. On peut aussi mesurer, dans le cas de l'émanation du phosphore, le rapport

$$\varepsilon = \frac{\alpha}{4\pi(k_1 - k_2)}$$

(dans lequel k_1 et k_2 désignent les mobilités des ions des deux signes). Ce rapport a été introduit dans l'étude des gaz ionisés par M. Langevin, qui en a montré la signification théorique et a donné une méthode expérimentale pour le mesurer directement dans le cas des rayons de Röntgen. Le nombre ε représente le rapport du nombre de recombinaisons au nombre total des collisions entre ions de signes contraires. Dans le cas des ions très peu mobiles du phosphore, il devra donc être égal à 1, à moins que la perte de conductibilité du gaz ne se fasse par un autre mécanisme que la recombinaison seule (par exemple, par les poussières), auquel cas le nombre ε pourra être notablement plus grand que l'unité. La méthode de mesure de M. Langevin, applicable seulement au cas d'un gaz en repos, ionisé par une seule décharge d'un tube de Crookes, peut être modifiée très simplement de manière à devenir une méthode de courant gazeux applicable au cas du phosphore. Elle fournit des valeurs de ε comprises entre 3 et 6, conformes, par conséquent, à la théorie, si l'on tient compte de ce qui a été dit, à propos du coefficient de recombinaison, sur le rôle de la diffusion vers les poussières. L'ensemble de ces résultats et de ceux de la précédente communication paraît résoudre, au moins qualitativement, la question si controversée de la conductibilité de l'air qui a passé sur le phosphore; en particulier, l'hypothèse de l'ionisation paraît pleinement confirmée et les anomalies apparentes ne tiennent qu'à la masse exceptionnelle des ions. L'auteur termine en indiquant une méthode qui permet, à tout instant, de connaître en valeur absolue la vitesse d'un courant d'air, et surtout de vérifier sa constance. — M. **L. Teisserenc de Bort** montre que les sondages atmosphériques par ballons sondes exécutés à l'Observatoire de Météorologie dynamique depuis cinq ans, dans tous les mois et par toutes les situations atmosphériques, permettent de déterminer quelle est la décroissance de température suivant la verticale dans nos régions en différentes saisons. Tous ces lancers ont été faits à des heures où l'influence directe de l'insolation sur les thermomètres ne peut fausser les résultats; généralement, les ballons sont partis deux heures avant le lever du Soleil. Les calculs portent sur 581 ballons, divisés en deux groupes, l'un contenant les résultats de tous les ballons, l'autre formé seulement des 141 ascensions qui ont atteint l'altitude de 14 kilomètres. Ces deux séries donnent, du reste, pour les altitudes communes, des résultats analogues. L'une et l'autre montrent la variation très marquée de la température avec la saison; cette variation, qui est d'environ 14° près du sol, est encore d'au moins 10° à 10 kilomètres et supérieure à 9° vers 13 kilomètres. La décroissance moyenne de la température dans les deux premiers kilomètres est de 0°23 en décembre et de 0°42 en mai; elle est affaiblie dans une notable proportion par les inversions de température qui sont très fréquentes à ces altitudes;

puis la décroissance augmente à mesure que la vapeur d'eau devient moins abondante et atteint son maximum vers 9 kilomètres, où elle est d'environ 0°83 en été, se rapprochant ainsi beaucoup de la décroissance adiabatique. Comme la sécheresse va toujours en augmentant, on devait s'attendre à ce que la décroissance restât très forte; mais, contrairement à tout ce qu'on pouvait supposer, à une altitude plus grande, la température cesse de décroître : on entre dans une zone d'une épaisseur inconnue, mais qui atteint au moins 6 kilomètres, dans laquelle la température reste à peu près stationnaire et présente même une augmentation qui, parfois, est de 5° à 6°. Sur les courbes qui représentent la température moyenne en décembre, cette zone est très marquée; on la retrouve, d'ailleurs, en toute saison. Cette zone, désignée sous le nom de *zone isotherme*, se rencontre à des altitudes très variables, suivant la situation atmosphérique. Avec les basses pressions, surtout au nord-ouest du centre du tourbillon, on entre dans la zone isotherme à 8 kilomètres; dans les aires de forte pression, surtout au sud-ouest d'une dépression, la zone isotherme se rencontre seulement à 12 ou 13 kilomètres. La température est ordinairement distribuée ainsi dans le minimum et le maximum barométrique. Près du sol, il fait souvent plus chaud dans le minimum; mais, en s'élevant, on trouve une température beaucoup plus froide que dans le maximum de pression, et la différence va en s'accentuant; vers 8 à 9 kilomètres, la température cesse de diminuer, pendant qu'elle continue à s'abaisser avec la hauteur dans le maximum au-dessus des basses pressions. Il en résulte que plus haut il fait sensiblement plus froid dans les aires de fortes pressions qu'au-dessus des dépressions. La cause de l'arrêt dans le décroissement de la température est fort obscure. On peut l'attribuer à l'existence d'un courant général plus chaud, comme M. Assmann, le célèbre météorologiste allemand, l'a indiqué. Mais il y a quelques objections sérieuses à cette explication. Personnellement, l'auteur serait tenté de rapporter l'existence de cette zone à la cessation, à une certaine hauteur, des mouvements à composante verticale marquée. En sorte qu'en l'absence de variations thermiques par détente, on verrait se reproduire en haut un régime à couches chaudes et froides superposées comme celui des inversions qu'on observe couramment dans les parties basses. — M. **Ch. Nordmann** signale, parmi les questions de Physique terrestre dont la solution est susceptible d'être abordée, grâce aux résultats de M. Teisserenc de Bort, celle des propriétés magnétiques de l'atmosphère et de leur influence possible sur la période diurne de l'aiguille aimantée. Il montre que, contrairement à ce que croyait Faraday, la susceptibilité magnétique de l'air atmosphérique diminue à mesure qu'on s'élève. D'autre part, les propriétés magnétiques de l'atmosphère ne peuvent avoir que des effets infimes sur le champ terrestre et, en particulier, elles ne peuvent produire qu'une fraction complètement négligeable de la période diurne.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 22 Janvier 1904.

M. **H. Moissan** présente de nouvelles recherches sur l'augmentation de volume de la fonte au moment où elle passe de l'état liquide à l'état solide. Il rappelle les nombreux travaux publiés sur ce sujet et il présente à la Société les échantillons de quelques-unes de ses expériences. — M. **Schmitt** a étudié l'action des chlorures d'acides sur les sels d'argent de divers éthers acylcyanacétiques. Les dérivés qu'il obtient répondent à la forme énolique :

$$\begin{array}{c} RCOCOR' \\ \| \\ CAzC - COOCH^3 \end{array}$$

Ils diffèrent des composés alcoylcyanacétiques en ce qu'ils donnent par l'ammoniaque des corps de formule :

$$\begin{array}{c} RCOAzH^4 \\ \| \\ CAzC - COOCH^3, \end{array}$$

et non des dérivés aminés :

$$\begin{array}{c} RCAzH^2 \\ \| \\ CAz - C - COOCH^3 \end{array}.$$

— M. **A. Béhal** a obtenu, en hydrogénant, par la méthode de MM. Bouveault et Blanc, la campholénolactone, le glycol saturé correspondant fusible à 145°. Traité par l'acide sulfurique étendu, il donne le même oxyde que l'alcool camphonique; la déhydrocampholénolactone et le cétocampholénate d'éthyle, hydrogénés dans les mêmes conditions, fournissent le même glycol, ce qui permet d'en établir la constitution. — M. **A. Hollard** a trouvé que le peroxyde de plomb électrolytique déposé sur une anode de platine *dépoli* au jet de sable avait une constitution différente de celle du peroxyde de plomb séparé sur platine *platiné*. Tandis que le peroxyde de plomb déposé sur platine platiné contient une quantité de *superoxydes* variable avec la concentration du bain en plomb et d'autant plus grande que cette concentration est plus petite, le *peroxyde de plomb déposé sur platine dépoli contient une quantité de superoxydes constante, quelle que soit la concentration du bain en plomb. Son facteur analytique est 0,853*, tandis qu'il serait 0,866 si le peroxyde était constitué exclusivement par PbO^2. M. Hollard a trouvé, d'autre part, que le peroxyde de manganèse électrolytique contient une forte proportion de superoxyde. Le poids du peroxyde déposé diminue constamment quand on chauffe celui-ci de 100 à 200°; à 200°, il correspond encore à la constitution Mn^2O^5. La constitution de ce peroxyde de manganèse est indépendante de la nature physique du platine.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 19 Novembre 1903.

Sciences naturelles. — M. **N.-H. Alcock** a étudié la *rapidité de l'impulsion nerveuse chez les individus grands et petits*, en vue de reconnaître si la différence de longueur des nerfs homologues a une influence ou non sur cette rapidité. Des recherches faites sur la grenouille et sur l'homme, il résulte que : 1° la rapidité de l'impulsion nerveuse *par unité de longueur* est la même, quelle que soit la stature de l'individu; 2° le temps pris par l'impulsion pour aller du centre à la périphérie est plus long chez les grands individus; 3° les nœuds de Ranvier n'exercent aucune influence sur la vitesse de l'impulsion. — M. **A.-D. Waller** : Les effets sécréto-moteurs dans la patte du chat, étudiés à l'électromètre. — M. **H. Wager** : La structure cellulaire des Cyanophycées. — M. **L. Rogers** communique ses recherches sur *l'action physiologique et les antidotes des venins de la Couleuvre et de la Vipère*. Les actions de divers venins ont été étudiées à l'aide de tracés respiratoires et circulatoires. L'auteur s'est occupé tout d'abord des vipères venimeuses de l'Inde. Le *Loia bungarus* ou hamadryade, le plus grand serpent venimeux de l'Inde, cause la mort par la paralysie des centres respiratoires, rapidement suivie par celle des plaques motrices terminales des nerfs phréniques, exactement comme dans le cas du cobra. Le *Bungarus coeruleus*, ou *krait* commun, produit le même effet, mais l'action sur les plaques terminales est moins marquée. Le *Bungarus fasciatus*, ou *krait* à raies, produit à petites doses des symptômes semblables à ceux indiqués ci-dessus, plus un ralentissement bien accentué de la circulation, et à fortes doses une coagulation intravasculaire comme la vipère; on a trouvé que son venin se compose des éléments mélangés de ceux de la couleuvre et de la vipère. L'action hémolytique de ces

trois venins est beaucoup moins marquée que celle du venin du cobra, et n'a pas de conséquence mortelle. L'action physiologique des venins des serpents mentionnés et des serpents de mer ayant été trouvée identique à celle du venin du cobra (à l'exception de l'élément de la vipère dans le *Bungarus fasciatus*), l'anti-venin de Calmette a été essayé contre eux tous, et il a agi efficacement à des degrés divers pour chacun, à l'exception du *Bungarus fasciatus* pour lequel l'élément de la couleuvre seul est neutralisé, celui de la vipère restant fatal. Le sérum n'est pas cependant assez efficace pour être d'une grande valeur pratique. Ensuite, l'auteur examine deux vraies vipères, le *Daboia russellii* et le *puff adder* africain, et deux vipères à crochet, le *Crotalus horridus* et le *Trimenurus anamallensis*; l'action essentielle commune à toutes les quatre est une paralysie du centre vasomoteur, produisant une chute sensible de la pression sanguine, suivie tôt ou tard par une diminution secondaire de la respiration, mais contrebalancée pour un temps d'une façon sensible par l'extrait adrénal. Dans le cas des vipères vraies, de grandes doses produisent une coagulation intravasculaire; mais, en donnant de petites doses préliminaires, la paralysie vasomotrice fatale peut être rapidement produite sans coagulation, tandis que le venin du serpent à sonnettes produit promptement le même effet sans coagulation pour une seule forte dose, et aussi des hémorragies qui ne sont pas causées par le *Daboia*. — M. **G.-H. Grosvenor** présente ses recherches *sur les Nématocytes des Æolides*. Ces corps furent découverts par Alder et Hancock en 1843. Déjà en 1858 Strethill Wright communiquait à la Société Royale d'Edimbourg les résultats de quelques observations qui semblaient prouver que ces nématocytes ne se développent pas dans le corps de l'Æolide, mais proviennent des Cœlentérés qui lui servent de proie. Quoique ce Mémoire ait été republié quatre ans plus tard dans le *Microscopical Journal*, il semble avoir été complètement laissé de côté; l'on a supposé en général que les nématocytes des Nudibranches se développent *in situ*, et ils ont été souvent cités comme un exemple inexplicable d'homoplasie ou même comme une preuve d'une étroite relation entre les Mollusques et les Cœlentérés. Cependant C.-O. Glaser a récemment soutenu l'opinion contraire. Voici les preuves mises en avant par l'auteur, en faveur de l'hypothèse de Strethill Wright : 1° Non seulement les nématocytes des Æolides et des Cœlentérés sont identiques dans leur plan et dans leur mode de décharge, mais chacun des divers types distincts existe dans les deux groupes; 2° Les nématocytes des Æolides diffèrent d'individu à individu dans les espèces, et même dans le même individu il peut y avoir des nématocytes caractéristiques de deux ou plusieurs genres ou familles distinctes de Cœlentérés; 3° Chaque fois que l'on connaît quel Cœlentéré a servi à la nourriture d'un Æolide, on trouve que les nématocytes des deux sont identiques. De même, les nématocytes des fèces ne peuvent jamais être distingués de l'une des espèces au moins qui se trouvent dans le cnidosac; 4° Les Æolides (*Janidæ*, *Fiona* et *Calma glaucoides*) connus pour ne pas se nourrir de Cœlentérés n'ont pas de nématocytes; 5° On a observé que les nématocytes et d'autres corps non digestibles passent à travers le canal cilié de la cavité de la glande gastrique dans le cnidosac; 6° La preuve la plus concluante de Strethill Wright découle d'une expérience d'alimentation d'un Æolide avec un Hydroïde dont les nématocytes diffèrent de ceux contenus dans les cnidosacs de l'Æolide. Cette expérience a été souvent répétée, donnant toujours comme résultat l'apparition rapide des nouveaux nématocytes dans les cnidosacs de l'Æolide. Dans un cas, trois spécimens de *Rizzolia peregrina*, contenant seulement de petits nématocytes en forme de points (6,5 μ) dans leurs cnidosacs, furent nourris de *Pennaria Cavolinii*, un Hydroïde ayant des nématocytes ovoïdes très distincts de deux tailles (25 μ et 7 μ). Après un mois environ de ce régime, les nématocytes en forme de points étaient presque tous remplacés par ceux des *Pennaria*. Ces derniers étaient enfermés dans les cnidocystes de la façon ordinaire. Quoique les nématocytes des Æolides soient dérivés de leur nourriture, ils déchargent les filaments par expulsion du cerata dans l'eau de mer, et il ne peut y avoir de doute qu'ils soient employés comme armes de défense. La fonction importante et probablement originale des ouvertures terminales du cerata consiste dans l'élimination des nématocytes non digestibles, lesquels, à cause du caractère diffus du système digestif, ne peuvent pas être facilement rejetés seulement par l'anus. Le fait de leur décharge, lorsqu'ils sont expulsés nus dans l'eau de mer des cnidosacs d'un Æolide, prouve que les nématocytes travaillent sans l'intervention d'un protoplasma vivant. L'étude des conditions de décharge des nématocytes dans les Cœlentérés et les Æolides, et de leur façon de se comporter dans diverses solutions, amène à la conclusion que l'on se trouve en présence d'un phénomène d'osmose. Deux sortes de cellules contribuent au développement des cnidocystes : les unes, appelées cnidoblastes, ingèrent et disposent les nématocytes, tandis que les autres, placées entre les cnidocystes adjacents, participent à la sécrétion des parois membraneuses. Les deux espèces dégénèrent dans les cnidocystes complètement formés.

Séance du 26 Novembre 1903.

1° Sciences mathématiques. — M. **J. Morrow** étudie *la distribution des tensions et des déformations dans la section transversale d'une poutre*. Il a effectué quelques expériences sur la mesure des déformations latérales ou transversales de barres de fer forgé ou fondu soumises à un moment fléchissant, au moyen d'une méthode optique d'une grande délicatesse, donnant le 1/400.000e de centimètre. Les barres employées avaient environ 3 centimètres de largeur et 6,5 centimètres d'épaisseur; elles étaient supportées par des couteaux distants d'environ 90 centimètres. Les mesures d'extension ou de contraction transversale ont été effectuées en 7 points différents de l'épaisseur de la barre, tandis que le couple fléchissant appliqué était augmenté progressivement. Les déformations observées ont été sensiblement plus faibles que celles qui peuvent être déduites de la théorie de Bernouilli-Euler. Des déformations observées, on a déduit les tensions sur les sections transversales des poutres. Pour le fer fondu, aux charges faibles, la tension longitudinale varie comme la distance à l'axe neutre; elle est moindre que ne le feraient prévoir les conditions théoriques. Lorsque la charge augmente, les diagrammes de déformation s'incurvent de plus en plus dans la direction d'une déformation décroissante aux distances plus grandes de l'axe neutre; ce phénomène est accompagné d'un déplacement de la surface neutre vers le côté comprimé de la poutre.

2° Sciences physiques. — M. **T.-C. Forter** : Quelques expériences sur le magnétisme.

3° Sciences naturelles. — M. **K. Pearson** : Contributions mathématiques à la théorie de l'évolution. XI. Sur une théorie généralisée de l'hérédité alternative, avec référence spéciale aux lois de Mendel.

Séance du 30 Novembre 1903.

Séance anniversaire annuelle. La Société procède au renouvellement de son Bureau. Sont nommés :

Président : **Sir William Huggins**;
Trésorier : M. **A. B. Kempe**;
Secrétaires : M. **J. Larmor** et **Sir A. Geikie**;
Secrétaire étranger : M. **F. Darwin**.

La Société décerne les médailles suivantes :

Médaille Copley : M. **Ed. Suess**;
Médailles royales : **Sir David Gill** et **H. T. Brown**;
Médaille Davy : M. **P.** et Mme **S. Curie**;
Médaille Hughes : M. **J. W. Hittorf**.

Séance du 3 Décembre 1903.

SCIENCES NATURELLES. — **M. R. Kidston** décrit trois petits spécimens de *Neuropteris heterophylla* Brongniart, chacun montrant un fragment de portion terminale de pinna portant une grosse graine rhabdocarpée, longue d'environ 3 centimètres et large de 1,1 à 1,4 centimètre; sa forme générale est oblongue. Aux fragments des tiges sont attachés un ou deux pinnules. Le *Neuropteris* est donc un membre typique de la famille des *Cycadofilices*. Les spécimens portant les graines proviennent des houillières du South Staffordshire et étaient préservés dans de petits nodules ferrifères. — **M. A. W. Campbell** présente ses *études histologiques sur les localisations cérébrales* (aire précentrale ou motrice, post-centrale, visuelle, lobe temporal et lobe limbique).

Séance du 10 Décembre 1903.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. G. H. Darwin** : Sur les intégrales des carrés des fonctions harmoniques des surfaces ellipsoïdales. — **M. F. H. Jackson** : Une généralisation des fonctions x^n et $T(n)$.

2° SCIENCES NATURELLES. — **MM. A. Mallock** et **A. M. Davies** ont étudié la résistance à la chaleur du *Bacillus anthracis*. Ils ont constaté que le chauffage des spores de l'anthrax dans l'eau à 100° C. ou à une température supérieure, même pendant un temps très court, assure leur destruction. Ils n'ont pas déterminé quelle est la limite inférieure de la température destructrice quand le chauffage est prolongé. — **MM. J. B. Farmer, J. E. S. Moore** et **C. E. Walker** communiquent leurs recherches sur les *ressemblances qui se présentent entre les cellules des tumeurs malignes de l'homme et celles des tissus reproducteurs normaux*. Ils ont identifié, à l'intérieur des bords de prolifération des tumeurs progressantes, des cellules qui offrent un type de karyokinèse extraordinairement semblable, sinon identique, à la mitose hétérotype qui constitue un caractère si constant de la production des cellules sexuelles. Cette mitose, ou division nucléaire, diffère remarquablement par son caractère des autres divisions des cellules du corps : les chromosomes nucléaires passent par une série de changements tout à fait particulière. Toutes les variétés principales communément rencontrées dans l'évolution des cellules sexuelles ont été identifiées dans les tumeurs malignes des types carcinomateux et sarcomateux. Les auteurs considèrent comme justifié le rapport de la malignance de ces tumeurs avec ces faits, et considèrent le tissu malin en question comme ayant pour origine des cellules qui ont perdu leur caractère somatique et pris directement la nature de tissus de reproduction. Ils proposent le terme de *gamétogénique* pour désigner les tissus qui sont potentiellement ou actuellement prêts à donner naissance à des cellules sexuelles (gamètes), tandis qu'ils appellent *gamétoïdes* les cellules qui ont passé par les transformations indiquées plus haut, mais qui n'ont pas formé totalement des gamètes fonctionnels. La naissance des cellules gamétogéniques aux dépens du tissu somatique est un phénomène commun chez les plantes, mais il est obscurci chez les animaux parce qu'il est en relation avec une condition pathologique.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 20 Janvier 1904.

MM. J. Dewar et **H. O. Jones** ont étudié les réactions chimiques du nickel-carbonyle. Il est décomposé par les solutions de Cl, Br, I, $(CAz)^2$ et S dans les solvants organiques, avec formation de CO et d'un composé de nickel. HI réagit sur le nickel-carbonyle, mais pas HBr, ni HCl; H^2SO^4 le décompose en formant du sulfate de nickel, H et CO. Le nickel-carbonyle réagit sur le benzène en présence d'$AlCl^3$; à la température ordinaire, il se forme surtout de la benzaldéhyde; à 100°, le produit principal est l'anthracène. Le toluène donne du *p*-toluylaldéhyde et du 2 : 6-diméthylanthracène; le *m*-xylène fournit du 2 : 4-diméthylbenzaldéhyde et un tétraméthylanthracène. Le naphtalène donne un hydrocarbure $C^{16}H^{12}$, F. 180°-181°, et des produits résineux. — **M. H. O. Jones** a préparé de trois façons l'iodure de phénylbenzyl-méthyléthylammonium : 1° avec la méthyléthylaniline et l'iodure de benzyle; 2° avec la benzyléthylaniline et l'iodure de méthyle; 3° avec la benzylméthylaniline et l'iodure d'éthyle; on obtient le même composé cristallisant en prismes, F. 140°-142°. On peut résoudre ce sel en ses deux constituants au moyen des acides *d* et *l*-camphresulfoniques. Le sel *d* de la base droite donne $[M]^D = 71°$; le sel *l* de la base gauche donne $[M]^D = -71°,2$. — **M. G. Barger** a poursuivi l'application de sa méthode microscopique pour la détermination des poids moléculaires par la comparaison des tensions de vapeurs de deux solutions[1]. Il l'a étendue à l'étude de l'association dans les mélanges de solvants associants et non associants. L'étude des solutions d'acide benzoïque dans des mélanges de benzène et d'alcool éthylique et d'acide cinnamique dans des mélanges de chloroforme et d'alcool méthylique montre qu'une faible proportion d'alcool suffit pour donner aux acides un poids moléculaire normal. — **MM. J. J. Fox** et **J. T. Hewitt**, en faisant réagir CH^3I sur la 6-acétamino-2 : 7-diméthylacridine, ont obtenu un iodure d'acridinium quaternaire, qui, hydrolysé par H^2SO^4, fournit un carbinol, F. 210°, de formule :

$$(CH^3).C^6H^3\left\langle\begin{matrix}Az(CH^3)\\ \\ CH(OH)\end{matrix}\right\rangle C^6H^2(CH^3)\ AzH^2).$$

Cette base, chauffée pendant quelques heures à 184°, perd une molécule d'eau en se transformant en un corps rouge sombre. — **MM. E. R. Needham** et **W. H. Perkin jun.**, en faisant réagir le sodioacétoacétate d'éthyle sur le chlorure d'o-nitrobenzoyle, ont obtenu un éther, qui, hydrolysé par AzH^3, fournit l'*o*-nitrobenzoylacétate d'éthyle, $AzO^2.C^6H^4.CO.CH^2.CO^2C^2H^5$; celui-ci est hydrolysé par H^2SO^4 concentré en donnant l'acide *o*-nitrobenzoylacétique, F. 118°, qui est décomposé par l'eau bouillante en o-nitroacétophénone et CO^2. — **M. W. H. Perkin jun.** et **Mlle A. E. Smith** ont reconnu que, par distillation, les deux acides *cis*-et *trans*-β-oxy-αα γ-triméthylglutariques donnent l'anhydride de l'acide *cis*-αα γ-triméthylglutaconique, F. 88°, donnant par hydrolyse l'acide correspondant, F. 125°. Pendant la distillation, il se dégage CO^2 et il se forme d'autre part un acide huileux, l'acide crotonyldiméthylacétique, $CO^2H.C(CH^3)^2.CH : CH.CH^3$; celui-ci, traité par Br, fournit la lactone de l'acide β-bromo-γ-hydroxy-αα γ-triméthylbutyrique, F. 83°; traité par H^2SO^4, il donne la lactone de l'acide γ-hydroxy-αα γ-triméthylbutyrique, F. 52°. — **MM. J. B. Cohen** et **J. Miller** ont étudié, sur les mono et dichlorotoluènes, l'influence des substituants du noyau sur l'oxydation de la chaîne latérale. Les dérivés monohalogénés sont plus rapidement attaqués que les dihalogénés; parmi eux, le dérivé para est le plus, le dérivé méta le moins oxydable. Parmi les composés dihalogénés, le 3 : 5 est le plus résistant, le 2 : 4 et le 3 : 4 les plus attaquables. — **M. Th. Ed. Thorpe** a étudié l'interdépendance des critères physiques et chimiques dans l'analyse de la graisse du beurre. Il décrit, en même temps, un thermostat simple destiné à être employé dans l'examen réfractométrique des huiles et des graisses. — **MM. A. W. Titherley** et **J. F. Spencer**, en condensant l'aldéhyde furfurique avec le succinate de soude en présence d'anhydride acétique, ont obtenu l'anhydride difurfurylidènesuccinique (I), F. 187°, et l'acide αγ-difurfurylidènepropionique (II), F. 213°.

$$\begin{matrix}C^4H^3O.CH : C.CO\\ \|\\ C^4H^3O.CH : C.CO\end{matrix}\Big\rangle O \qquad \begin{matrix}C^4H^3O.CH : CH\\ |\\ C^4H^3O.CH : C.CO^2H\end{matrix}$$

[1] Voir la *Revue* du 30 mai 1903, p. 533.

Le premier donne un dérivé tétrabromé fluorescent, F. 196°. — M. **H. R. Le Sueur**, en chauffant l'acide α-hydroxystéarique, a obtenu un aldéhyde $C^{16}H^{33}CHO$, F. 36°, qui est oxydé par le permanganate en un acide $C^{16}H^{33}.CO^2H$, F. 60°-61°. — M. **H. A. D. Jowett** a repris la fusion de l'isopilocarpine avec la potasse caustique et a reconnu que l'acide volatil qui se forme n'est pas l'acide isobutyrique, mais bien l'acide butyrique normal. — M. **F. S. Kipping**, en faisant réagir le tétrachlorure de silicium sur une solution éthérée d'éthylbromure de magnésium, a obtenu principalement le trichlorure d'éthyl-silicium; ce dernier réagit sur le bromure de phényl-magnésium avec formation de dichlorure d'éthyl-phénylsilicium, Eb. 228°-230°; celui-ci réagit à son tour sur le bromure de propylmagnésium à chaud et il se forme le chlorure de phényléthylpropylsilicium, Eb. 240° environ. — MM. **F. D. Chattaway** et **J. M. Wadmore** décrivent la préparation et les propriétés d'une série d'acyl- et de chloro-amines substituées.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE NEW-YORK

Séance du 12 Novembre 1903.

M. **V. Coblentz** passe en revue les produits médicinaux synthétiques qui ont été lancés dans le commerce en ces dernières années : anesthésiques locaux, alcaloïdes, hypnotiques, antipyrétiques, antiseptiques, solvants de l'acide urique, antirhumatismaux, aliments concentrés, etc.

Séance du 20 Novembre 1903.

M. **Ch. Baskerville** a recherché si l'on pourrait employer comme mordants les terres rares qui restent comme produits accessoires dans la fabrication des manchons Auer. Les expériences montrent que les terres rares ont, à ce point de vue, peu de valeur pratique, à cause de leur faible action mordançante, de leur rareté et de leur prix élevé.

SECTION DE SYDNEY

Séance du 16 Décembre 1903.

M. **R. G. Smith** montre que les bactéries habitant les tissus des arbres à gomme peuvent former de l'arabine, de la métarabine, de la pararabine et d'autres gommes. Si les gommes naturelles de ces arbres sont produites par des bactéries, il est fort probable que toutes les autres gommes arabiques sont d'origine bactérienne. La gomme est produite par une altération de la sève sous l'influence de la bactérie; il en résulte la possibilité d'augmenter la production de gomme d'un arbre par inoculation artificielle.

SECTION DU YORKSHIRE

Séance du 14 Décembre 1903.

M. **H. R. Procter** présente un exposé critique des récentes méthodes d'analyse des eaux. — M. **J. W. Cobb** décrit une méthode d'analyse et de détermination de la fusibilité des cendres de houille.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BERLIN

Séance du 10 Décembre 1903.

MM. **F. Richarz** et **R. Schenck** appellent l'attention sur les analogies qui existent entre la radio-activité et les phénomènes présentés par l'ozone. De récentes recherches ont fait voir que l'ozone présente, en commun avec le radium et d'autres substances radio-actives, la particularité de donner lieu à la production d'ions gazeux. D'autre part, l'ozone, comme vient de le constater M. Braun, est capable d'influencer les plaques photographiques à l'égal des substances radio-actives. Enfin, d'après M. E. van Aubel, la présence des substances ozonisées augmenterait la conductivité des piles à sélénium d'une façon tout analogue aux agents ioniseurs. Or, les auteurs ont établi que les autres propriétés des substances radio-actives, et plus particulièrement l'excitation de la fluorescence, se retrouvent également dans l'ozone. Voici une autre analogie qui se présente à l'esprit : on sait que la désagrégation du radium a lieu avec un dégagement de chaleur très intense et en raison duquel le radium est capable de développer des quantités incessantes de chaleur qu'il transmet au milieu ambiant; or, c'est avec un développement de chaleur très fort que l'ozone se décompose dans ses composants. La seule différence entre l'ozone et les substances radio-actives est dans le poids atomique qui, dans le cas de l'ozone, est bien plus faible que dans celui du radium et des corps analogues; mais ce désaccord n'empêche pas les auteurs de regarder les phénomènes précités comme preuve suffisante du fait que l'ozone est une substance essentiellement radio-active.

Séance du 7 Janvier 1904.

M. **R. Schenck** présente une théorie des phénomènes radio-actifs, en se basant sur l'hypothèse que les électrons, dans les phénomènes d'équilibre chimique, et notamment dans l'équilibre entre l'oxygène et l'ozone, sont gouvernés par la loi des masses (loi de Guldberg-Waage). Dans un travail antérieur, fait en collaboration avec le Professeur Richarz, de Marburg, l'auteur avait fait voir que l'ozone appartient au groupe des substances *radio-actives*, ce qui est d'autant plus important que c'est là un corps disponible en quantités quelconques. Ce travail avait montré que l'ozone, en se dissociant, devient conducteur de l'électricité, c'est-à-dire se transforme en oxygène en émettant des ions gazeux; d'autre part, sa formation a lieu en présence d'ions gazeux, dans certains phénomènes électriques. On est donc en présence d'un processus *réversible*, parfaitement analogue aux phénomènes de dissociation, et, si l'on considère les ions gazeux comme des particules matérielles, l'on est fondé à dire que l'ozone, étant formé d'oxygène et d'ions gazeux, *est un composé chimique d'électrons et d'oxygène*, soit un « électronure d'oxygène ». Les électrons et les ions atomiques seraient régis par la loi des masses, tout autant que les ions électrolytiques et les molécules électriquement neutres. Une différence entre la dissociation de l'ozone et la plupart des processus de dissociation ordinaires est dans le dégagement de chaleur dont s'accompagne cette réaction et en raison duquel il faut considérer l'ozone comme un composé endothermique. Comme, par conséquent, la constante d'équilibre de cette réaction diminue à température croissante, la constance de l'ozone doit s'accroître en même temps; la concentration des ions gazeux dégagés par l'ozone sera à son tour plus petite qu'à basse température. L'auteur explique le fait bien connu que les composés de radium fortement actifs émettent une odeur d'ozone, par l'ionisation de l'air due aux ions gazeux qu'émet le radium, et qui donne lieu à la formation d'ozone aux dépens de l'oxygène ambiant. L'hypothèse se présente à l'esprit que le radium et les substances analogues seraient également des « électronures ». Il est vrai que les conditions d'équilibre, dans ces cas, seraient quelque peu différentes de celles de l'ozone gazeux; le processus serait analogue à la dissociation du carbonate de calcium en oxyde de calcium et en acide carbonique. L'auteur croit probable que les substances radio-actives doivent leur existence à des phénomènes volcaniques accompagnés de violents dégagements d'électricité. Comme dans beaucoup de réactions lentes, telles que les oxydations de substances organiques, donnant lieu à la formation d'ozone, on a récemment constaté la présence d'ions gazeux, il est possible que beaucoup de réactions chimiques, sinon toutes, s'accompagnent de la présence de ces ions gazeux en quantités variables. Comme, d'autre part, le peroxyde d'hydrogène, produit fréquemment

dans les processus d'auto-oxydation, est l'analogue parfait de l'ozone, dégageant, comme on le sait, des émanations qui impressionnent les plaques photographiques à travers une plaque d'aluminium, il convient de le regarder également comme « électronure ». La loi de Guldberg et Waage explique certains phénomènes remarquables, tels que, par exemple, le fait que le phosphore, tout en étant non lumineux et inoxydable dans l'oxygène pur sous pression atmosphérique, devient lumineux et éprouve une oxydation aussitôt que la concentration de l'oxygène est diminuée. La *pression de luminescence maxima* du phosphore dépend, du reste, de la température et s'accroît lorsque l'oxygène est additionné de petites quantités d'ozone. Il paraît que, pour produire une sensation lumineuse dans notre œil, la concentration des ions doit excéder une certaine limite. Après avoir émis l'hypothèse que les « émanations » des substances radio-actives ne seraient autre que de l'ozone, l'auteur essaie d'expliquer la *radio-activité excitée* par l'action de l'ozone, auquel seraient dus encore les phénomènes de déperdition spontanée d'électricité se produisant dans les caves et les demeures (où les processus de putréfaction et de décomposition sont plus intenses) avec une intensité bien plus grande que, par exemple, dans certaines mines. — M. **Dilthey** fait une conférence sur le rôle de l'Anthropologie aux XVIe et XVIIe siècles, exposant le développement de cette science durant cette période, aussi bien que ses rapports avec la littérature poétique du XVIe et la philosophie du XVIIe siècle.

ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 19 Décembre 1903 (suite).

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. **H. W. Bakhuis Roozeboom** présente en son nom et au nom de M. **A. H. W. Aten** : *Lignes anormales de solubilité de mélanges binaires, provenant de l'existence de composés dans la solution.* Auparavant, M. Roozeboom a montré par le système acétaldéhyde-paraldéhyde (*Rev. gén. des Sc.*, t. XIII, p. 1048) comment les équilibres de phase des substances qui, à l'état fluide et gazeux, se composent de mélanges de deux espèces de molécules jouissant de la faculté de se transformer l'une dans l'autre, sont liés avec les équilibres de phase des mélanges binaires. Cet ordre d'idées admet une extension, en considérant les équilibres de phase des mélanges binaires où les deux composantes forment un ou plusieurs composés. Les auteurs se bornent aux cas où les composantes ne forment qu'un seul composé. En cas d'équilibre, la quantité de ce composé dans le mélange fluide ou gazeux dépendra de la proportion de mélange des deux composantes, de la température et de la pression. Considérons seulement les équilibres entre fluide et solide sous une pression constante. S'il n'y a pas d'équilibre entre le composé et les composantes, les phénomènes de fusion et de congélation se représentent dans l'espace à l'aide d'un prisme dont la base est un triangle équilatéral, où la dimension perpendiculaire à la base correspond à la température, tandis que dans le triangle on exprime les proportions mutuelles des composantes et du composé, représentées par a_2, b_2 et ab. Au contraire, s'il y a équilibre entre le composé et ses composantes, on a affaire à une courbe *arb* (fig. 1), représentant les proportions de mélange, l'isotherme de dissociation. Guidé par des considérations beaucoup plus détaillées de M. Roozeboom, M. Aten a examiné plusieurs cas possibles théoriquement, qui, d'une part, expliquent des lignes anormales de solubilité observées jusqu'à présent, et font connaître, d'autre part, des phénomènes nouveaux. Pour plus de particularités, nous renvoyons à l'étude elle-même. — M. C. A. Lobry de Bruyn présente, au nom de M. **W. Alberda van Ekenstein** : *Dibenzal-et benzalméthylglucosides.* Les recherches de l'auteur paraîtront plus détaillées dans le *Recueil des Travaux chimiques des Pays-Bas.* — Ensuite, M. de Bruyn présente au nom de M. **C. H. Sluiter** : *La transformation*

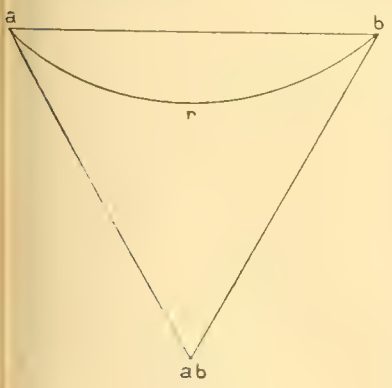


Fig. 1.

$$C_6H_5CO\boxed{CH:Az}ON_a = C_6H_5COON_a + CAzH.$$

— Enfin M. de Bruyn présente les thèses : 1° de M. **J. W. von Geuns** : « Inwerkingsproducten van Dinitrobenzol en Cyaankalium » (Produits de réaction du dinitrobenzène et du cyanure de potassium); 2° de M. **S. Tymstra Bzn** : « Geleidbaarheidsbepalingen van oplossingen van natrium in absolute en verdunde alcoholen en in mengsels van twee alcoholen » (Détermination de la conductibilité des solutions de soude dans des alcools absolus et dilués et dans des mélanges d'alcools). — M. le Secrétaire présente, au nom de M. **A. F. Holleman**, la traduction italienne de son « Leerboek der anorganische Chemie : Trattate di Chimica inorganica », par M. **G. Bruni**.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. C. Winkler présente au nom de M. **J. K. A. Wertheim Salomonson** : *Sur les images retardataires du tact.* Etude en rapport avec l'expérience de M. Goldscheider (*Zeitschrift für Klin. Med.*, 1891). Si, par la pointe d'une aiguille, on exerce une pression faible sur le dos de la main, on remarque d'abord une sensation piquante et ensuite — après un intervalle d'insensibilité — une seconde sensation du même caractère, se distinguant de la première en ce qu'elle n'est pas accompagnée d'une sensation du tact et semble donc prendre naissance à l'intérieur de l'organe. Même si la première sensation n'est pas douloureuse, la seconde peut exciter de la douleur. L'auteur fixe l'attention sur l'analogie entre ce phénomène et celui des images retardataires de l'œil. Les trois sensations consécutives qu'il a observées donnent lieu à la représentation graphique de la figure 2, tandis que, d'après M. Hess, les sensations de l'œil avec les sensations négatives des couleurs complémentaires correspondent à la sinussoïde à amplitude de plus en plus petite de la figure 3. Les phénomènes s'accordent parfaitement quant à la durée des diverses parties. — Ensuite

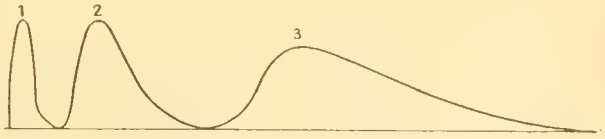


Fig. 2. — *Images retardataires du tact.*

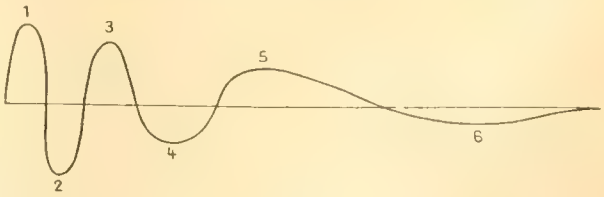


Fig. 3. — *Images retardataires de l'œil.*

M. Winkler présente la thèse de M. **E. A. J. M. Sträter** : « Een geval van sclérose en plaques disséminées » (un cas de sclérose, etc.). — M. **M. W. Beyerinck** présente un travail fait avec M. **A. van Delden** : *Sur les bactéries actives dans le rouissage du lin.* Le rouissage du lin est une opération qui a pour but la destruction de l'écorce primaire et secondaire dans la tige de la plante, de sorte que les fibres restant intactes peuvent être isolées par un traitement mécanique connu sous les noms de « broyage » et « taillage ». Ces fibres sont collées aux cellules environnantes de l'écorce par une substance qu'on appelle la *pectose*; les fibres élémentaires sont collées entre elles en faisceaux par la même substance, mais ici la lamelle intermédiaire contient encore de la *lignose*, matière plus résistante à l'action des agents rouisseurs. La pectose rappelle dans son caractère chimique les celluloses, mais elle contient du calcium, est insoluble dans l'eau et donne par hydrolyse des hexoses et des pentoses. Dans les rouissoirs, la pectose est fermentée par un microbe spécifique, le *Granulobacter pectinovorum*, isolé pour la première fois par M. Fribes dans le laboratoire de M. Winogradsky; dans toutes les méthodes de rouissage (excepté le rouissage sur pré), c'est ce microbe qui fait le travail qu'on désire, le rouissage chimique ne donnant pas de bons résultats. Sans difficulté et avec une sûreté presque absolue, on obtient un bon procédé de rouissage et en même temps une bonne culture brute du microbe rouisseur à l'aide de l'expérience de laboratoire suivante : Dans un cylindre A (fig. 4), contenant environ 300 c. c., on met 20 à 25 grammes de lin cru L; on ferme ce cylindre par un couvercle à deux tubulures dont l'une, B, se termine immédiatement sous le couvercle, tandis que l'autre, C, pénètre dans l'intérieur et atteint le fond du cylindre. On place le cylindre dans un thermostat T de 30° à 35° C. et l'on y fait circuler lentement un courant d'eau à l'aide du réservoir D, de manière que l'eau y soit renouvelée cinq à dix fois en trois jours. Après ce temps, on ouvre le cylindre, on trouve le lin roui et l'examen microscopique des tiges montre une belle culture de *Gr. pectinovorum*, surtout quand on racle les débris de l'écorce le long de la tige à l'aide d'une pincette et que l'on recueille une goutte de cette masse sur une lame porte-objet. C'est le *Gr. pect.* qui peut décomposer la pectose au moyen d'un enzyme, la *pectosinase* non identique à la *pectinase* de MM. Bourquelot et Hérissey, *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 191, 1898, parce qu'un extrait de moût concentré ne peut pas rouir le lin. Dans un appareil sans renouvellement de l'eau, il est impossible de parvenir à un bon rouissage avec du lin cru; dès le premier jour, on observe une formation d'acide par les ferments lactiques qui rend impossible le développement suffisant de *Gr. pect.*, et, quoique une légère acidité soit favorable à l'action de la pectosinase, on ne peut pas obtenir un rouissage complet. Par le courant d'eau, on emporte la matière soluble du lin, qui contient la nourriture de ces bactéries acidifiantes; avec leur nourriture, ces ennemis du rouissage disparaissent eux-mêmes, et les bactéries capables d'attaquer la matière insoluble ont la liberté de se multiplier. Dans un bon rouissage, la pectose seule est attaquée; les fibres et les cellules ligneuses restent intactes. Le *Gr. pect.* est « anaérobie » ou plutôt « microaérophile », parce que, comme chez tous les organismes dits « anaérobies » bien connus, des quantités *minima* d'oxygène sont favorables à son développement, tandis qu'à l'accès libre de l'air il ne croît pas du tout. Les auteurs ont isolé leur microbe par des cultures sur des plaques de gélose dans l'extrait de moût à 2 à 3 °/₀ Balling, à une température de 35° C., dans un exsiccateur deux fois évacué et rempli d'hydrogène. Les colonies se reconnaissent facilement par un moiré très caractéristique qu'on observe en lumière oblique. A l'aide du *Gr. pect.* à l'état pur, on peut rouir le lin stérilisé sans aucune précaution; seulement, il est recommandable d'inoculer en même temps un second organisme, par exemple le *Saccharomyces sphaeromyces*, pour absorber l'excès d'oxygène. La circulation et même le renouvellement ne sont pas nécessaires, les ferments lactiques ne pouvant nuire parce qu'ils sont absents. L'expérience se fait avec les cultures pures, très simplement dans des éprouvettes de grand modèle, remplies avec des tiges de lin en morceaux de 10 à 15 centimètres de longueur, en si grande quantité que le frottement contre la paroi les empêche de nager à la surface au moment où l'on ajoute de l'eau. Le rouissage est terminé dans ces conditions en trois jours à une température de 30° à 35° C. Le *Gr. pect.* forme des bâtonnets de 10 à 15 μ de longueur sur 0,8 μ de largeur, avec des spores terminales oblongues de 1,2 à 1,8 μ; il fait vivement fermenter un extrait de moût dilué (3 °/₀ Balling), sans accès libre de l'air, et de même le bouillon avec 2 °/₀ de glucose, de lévulose, de galactose, de lactose et de maltose, tandis que l'amidon, l'inuline, le mannite, la glycérine et l'érythrite ne sont pas attaqués. Très importante est la fermentation qu'il provoque dans une solution de pectine de gentiane, préparée par extraction avec l'acide chlorhydrique et précipitation avec de l'alcool, sans autre source d'azote que l'ammoniaque, tandis qu'une solution de glucose ne montre aucune fermentation dans les mêmes circonstances. Par des particularités il se distingue du *Granulobacter urocephalum*, forme analogue toujours présente dans le lin roui, présentant sous le microscope une forme plus longue et plus recourbée, à spores plus arrondies. Les deux organismes forment une petite quantité de diastase et de trypsine. Les expériences des auteurs ont montré qu'un bon rouissage n'est possible que dans l'eau courante, soit dans les ballons ou dans les rouissoirs établis dans une institution industrielle. Il semble que le rouissage manufacturier soit le meilleur système, parce qu'ici on peut régler tous les facteurs importants; toutefois, en cette matière, la décision définitive sera donnée par la pratique. P.-H. SCHOUTE.

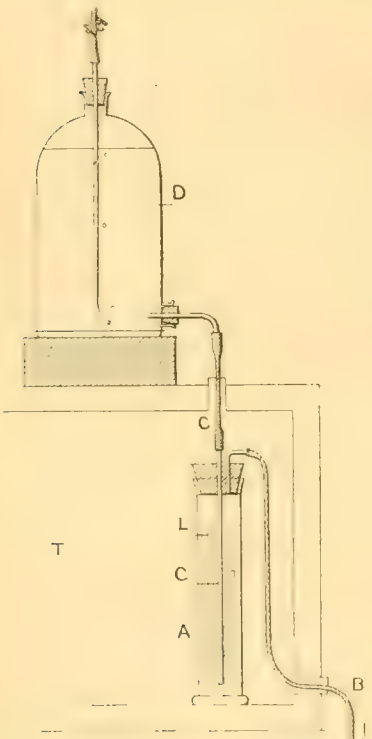


Fig. 4. — *Appareil pour le rouissage du lin.* — A, cylindre; B, C, tubulures; D, réservoir; L, lin en fibres; T, thermostat.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

15e ANNÉE N° 5 15 MARS 1904

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Astronomie

Les Atmosphères des Planètes. — On a cherché souvent à expliquer, en s'appuyant sur la théorie cinétique, l'absence de gaz légers dans les atmosphères planétaires. Suivant cette hypothèse, les molécules gazeuses sont animées de vitesses dirigées dans tous les sens, variables d'une molécule à l'autre, mais présentant la même valeur moyenne dans toute l'étendue de la masse, si la température est constante. C'est au choc des molécules extrêmes qu'est attribuée la pression exercée par le gaz sur les parois de son enceinte. La pression et le nombre des molécules contenues dans un volume donné étant connus, on peut caculer la vitesse moyenne. Pour l'hydrogène à la température de zéro, elle est d'environ 1.840 mètres par seconde. Elle est d'autant moindre pour les autres gaz que leur densité est plus grande. Mais il y a des molécules dont la vitesse est bien supérieure à la moyenne; et, si elles se trouvent à la limite de l'atmosphère, elles peuvent sortir de la sphère d'attraction de leur planète et se diffuser dans l'espace. Ainsi, à la surface de la Terre, un mobile lancé avec une vitesse de 11.180 mètres par seconde ne reparaît plus : c'est la vitesse critique. Sur la Lune, la vitesse critique n'est que de 2.437 mètres. Il n'est donc pas surprenant que l'hydrogène ait quitté l'atmosphère terrestre et qu'aucun gaz ne soit resté autour de la Lune.

Cependant, on peut se demander pourquoi les comètes, à la surface desquelles la vitesse critique est excessivement faible, ne sont pas déjà et depuis longtemps toutes dispersées; comment aussi les planètes, qui ont été formées par des agglomérations successives de vapeurs et de gaz portés à une haute température, n'ont pas vu leurs matériaux se dissiper avant même d'être réunis. Et, parmi tant d'autres critiques que comporte la théorie cinétique, ces contradictions ont sans doute échappé à ceux qui s'appuient sur cette théorie pour affirmer que les petits astres ne peuvent conserver d'atmosphère.

Dans ces conditions, M. du Ligondès[1] a cru devoir examiner de plus près comment les choses se passent en réalité, et, dans une Note très intéressante, l'auteur montre que la tendance à la dispersion des atmosphères est indépendante de la masse. Sans entrer dans le détail du calcul, on voit que c'est une erreur manifeste d'attribuer à la faiblesse de l'attraction lunaire l'absence d'atmosphère autour de notre satellite ; il faut plutôt croire que la porosité du sol, attestée par le relief de la surface, a déterminé l'absorption rapide de l'eau d'abord, ensuite des gaz.

Il est non moins inexact de dire que l'hydrogène, l'hélium et autres gaz légers ont quitté la Terre pour se concentrer autour du Soleil. Si ces gaz avaient le pouvoir de diffusion qu'on leur prête, aucun astre ne serait capable de les retenir. La théorie cinétique repose sur l'exactitude de la loi de Mariotte. Or l'expérience apprend qu'au delà d'un certain degré de raréfaction, la diminution de pression est plus rapide que celle de la densité; c'est une preuve que les vitesses moléculaires décroissent aussi. Aux limites de notre atmosphère, où la température est très basse, ces vitesses sont donc loin d'atteindre les chiffres que la théorie donne pour les couches inférieures.

En résumé, les calculs et raisonnements sur lesquels on s'appuie pour expliquer, d'après la théorie cinétique, l'absence de gaz légers, ou même l'absence totale d'atmosphère autour des planètes et de leurs satellites, paraissent dénués de fondement.

§ 2. — Mécanique

A propos de la déformation des solides. — Nous recevons de M. P. Duhem, professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux, la lettre suivante :

Monsieur le Directeur,

La *Revue générale des Sciences* a publié récemment un article de M. Bouasse intitulé : *Sur les déformations des solides*[1]. En cet article, M. Bouasse, parlant de mes recherches, dit (p. 116) : « Dans son dernier Mémoire, M. Duhem avoue lui-même qu'il n'a pas réussi, que, « quoiqu'on puisse penser de mes critiques, il ne lui paraît pas douteux que le fond n'en soit en partie jus-

[1] *Bull. de la Soc. Astron.*, p. 291, 1903.

[1] *Revue générale des Sciences* du 15 février 1904, p. 115.

tifié », et, suivant la méthode de Coulomb, il superpose une nouvelle théorie à l'ancienne. »

Je connais votre obligeance et l'hospitalité de la *Revue*; abuserais-je de l'une et de l'autre en vous demandant de mettre le *texte entier*, dont M. Bouasse a extrait *deux lignes*, sous les yeux des lecteurs? Peut-être n'y verront-ils pas l'*aveu que je n'ai pas réussi*.

Voici ce texte [1] :

« Dans plusieurs de nos écrits relatifs à l'hystérésis, nous avons expliqué divers phénomènes de modifications, spontanées en apparence; nous avons expliqué aussi l'influence que la vitesse avec laquelle varient les conditions extérieures exerce sur les effets d'hystérésis; cette explication fait jouer un rôle essentiel aux variations très petites, mais incessantes, des actions extérieures qui semblent invariables. Cette explication a été récemment attaquée par M. Bouasse, professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse, avec une grande vivacité. Quoiqu'on puisse penser de plusieurs de ses critiques, il ne nous paraît pas douteux que le fond n'en soit en partie justifié. Les théories que nous avons développées expliquent un grand nombre de phénomènes accompagnés de modifications permanentes; elles ne les expliquent pas tous.

« Mais notre doctrine même appelle un complément pour lequel, dans nos précédents écrits, nous avions, en quelque sorte, posé une pierre d'attente.

« Pour passer des modifications infiniment lentes des systèmes affectés d'hystérésis aux modifications accomplies avec une certaine vitesse, nous avions fait usage du principe de d'Alembert. Mais nous avions pris ce principe sous sa forme primitive, où interviennent seulement, à côté des forces réelles, les *forces d'inertie*.

« Depuis longtemps, cette forme est reconnue insuffisante dans l'étude des systèmes dénués d'hystérésis; depuis longtemps, on a reconnu la nécessité d'ajouter à la force d'inertie une *force de viscosite*.

« L'introduction de la force de viscosité dans les équations du mouvement d'un système affecté d'hystérésis se présente comme le développement nécessaire de la théorie dont nous avons posé les fondements; dès le début, ce développement pouvait être prévu; aussi, en excluant de nos recherches précédentes la considération des forces de viscosité ou résistances passives, avions-nous eu soin de signaler [2] cette exclusion comme une simplification provisoire.

« L'objet principal du présent Mémoire est de montrer comment on peut s'affranchir de cette simplification et comment, en s'en affranchissant, on obtient du premier coup l'explication d'une foule de phénomènes qui échappent à la théorie simplifiée ».

Croyez, Monsieur le Directeur, à mes sentiments les plus dévoués.

P. Duhem,
Correspondant de l'Institut.

[1] P. Duhem : *Sur les déformations permanentes et l'hystérésis*. Septième Mémoire : *Hystérésis et Viscosité*; Introduction (*Mémoires in-4° de l'Académie de Belgique*, t. LXII, 1902).

[2] *Sur les déformations permanentes et l'hystérésis*. Troisième Mémoire : *Théorie générale des modifications permanentes*, § 11 (*Mémoires in-4° de l'Académie de Belgique*, t. LIV, 1896).

Voici le passage auquel le texte fait allusion : « Pour ne pas compliquer la question sans utilité, nous nous bornerons à étudier le cas où *les résistances passives sont toutes égales à* 0, et nous allons préciser de la manière suivante ce que nous entendons par ces mots :

Lorsque les résistances passives sont toutes égales à 0, dans un système dénué de modifications permanentes, la Statique et la Dynamique de ce système sont liées l'une à l'autre par le *Principe de d'Alembert*; ce principe entraîne la conséquence suivante :

Considérons maintenant un système susceptible de déformations permanentes. Dire que les résistances passives y sont toutes égales à 0, ce sera, pour nous, dire que la proposition précédente est applicable à ce système ».

§ 3. — Physique

L'influence des déformations sur l'électricité de frottement. — Dans des expériences antérieures, M. N. Hesehus avait fait voir en premier lieu qu'en diminuant la densité superficielle d'un corps donné, on rend celui-ci plus négatif au point de vue de l'électricité de frottement. Comme, toutefois, dans presque toutes ses expériences antérieures, les variations de densité superficielle étaient produites soit en chauffant, soit en polissant le corps, la possibilité d'une action chimique compliquant les phénomènes n'était pas entièrement exclue. Aussi l'auteur a-t-il entrepris une nouvelle série d'expériences où les variations de densité superficielle sont produites par des déformations du corps en expérience. Voici les conclusions qu'on déduit de cette investigation [1] :

1° Le verre comprimé s'électrise positivement par rapport au verre non déformé;

2° Les tubes de caoutchouc soumis à une élongation s'électrisent négativement lorsqu'on les frotte avec des tubes identiques non déformés;

3° Une plaque fléchie, étant frottée avec une plaque plane, s'électrise positivement sur le côté concave et négativement sur le côté convexe; ce phénomène est le plus frappant dans le cas de l'ébonite et à peine perceptible dans celui des métaux et surtout celui de l'aluminium. Voici l'explication que l'auteur donne de ce phénomène : Deux corps en contact peuvent être considérés comme constituant un condensateur; l'énergie électrique de l'unité de surface de ce condensateur provient de la variation de tension superficielle (α) due au contact; c'est pourquoi $ku^2/8\pi\varepsilon = \alpha$ ou $u^2 = 8\pi\varepsilon\alpha/k$. La différence de potentiel (u) doit, par conséquent, être petite pour les corps à constante diélectrique élevée k (métaux);

4° En tenant compte de ce qui précède, on est fondé à formuler la loi générale suivante : En frottant l'un sur l'autre deux corps de même nature chimique ou en les amenant au contact, on électrise positivement le corps dont la densité superficielle est la plus grande.

Relation entre la conductivité du sélénium et l'intensité de la lumière incidente. — M. Hopius [2] vient de faire une série d'expériences avec un appareil construit par M. M. Kohl et un dispositif de contrôle de sa propre construction, sur du sélénium fourni par la maison E. Merck, à Darmstadt; le premier était éclairé par un brûleur étalon à l'acétate d'amyle placé à des distances intermédiaires entre 10 et 200 centimètres, et l'autre par une lampe Nernst disposée à ces mêmes distances. Les intensités de courant ainsi mesurées s'accordent assez bien avec l'hypothèse d'une proportionnalité directe entre l'augmentation de conductivité du sélénium et la racine cubique de l'intensité lumineuse.

§ 4. — Electricité industrielle

Les essais de traction à courant alternatif simple en Italie. — Nous avons déjà parlé de la traction par courant alternatif simple; mais nous sommes obligé d'y revenir, car, la question étant à l'ordre du jour, elle a provoqué de nombreux essais, dont les heureux résultats paraissent encourager les plus sérieuses espérances au point de vue pratique.

Nous avons indiqué la méthode un peu indirecte proposée en Amérique, et qui consiste dans l'adjonction de l'air comprimé à l'électricité dans la traction par courant monophasé. Il ne semble pas que les idées de l'inventeur aient reçu jusqu'ici aucune application.

Mais d'autres méthodes, directes et indirectes, sont

[1] *Journal de la Société Physico-chimique russe*, n° 7, 1903.

[2] *Journal de la Société Physico-Chimique Russe*, n° 7, 1903.

déjà en préparation ou en application, et, parmi celles-ci, l'utilisation du moteur série à collecteur, annoncée au prix de quelques modifications par la Compagnie Westinghouse aux Etats-Unis, et différemment réalisée à Milan par M. le Dr Finzi. On n'a encore aucune nouvelle des résultats obtenus par la Compagnie Westinghouse sur la ligne de Baltimore à Annapolis; nous ferons connaître le système employé quand nous en aurons contrôlé les résultats. Il sera intéressant alors de le rapprocher du système mis en essais à Milan par le Dr Finzi, système dont nous sommes à même de donner dès maintenant le principe et les résultats.

Le principe consiste à composer le moteur, comme on le ferait d'un moteur série ordinaire de traction destiné à marcher sous courant continu, d'un induit à collecteur tournant au centre d'une couronne de pôles saillants bobinés, l'induit et l'inducteur étant alimentés en série.

Les inconvénients dus à la grande self-induction, à la réaction d'induit et aux étincelles sous les balais, sont éliminés par une construction rationnelle de tous les organes du moteur, construction qui ne fait différer ceux-ci, en définitive, des organes du moteur à courant continu que par quelques détails d'ordre secondaire.

Il importe, d'ailleurs, de remarquer que la fréquence est seulement de 18 périodes par seconde, ce qui diminue beaucoup les inconvénients de l'induction.

Pour alimenter le moteur à tension convenable sans préjudice de la tension de la ligne, et pour permettre la mise en marche et le réglage de la vitesse, on interpose, entre la ligne et le moteur, un transformateur réducteur de tension dont l'enroulement secondaire est composé de sections qui, associées en série en plus ou moins grand nombre, donnent plus ou moins de volts aux bornes du moteur, simple transformateur à secondaire réglable, qui a l'avantage de donner un démarrage plus économique que le démarrage rhéostatique. Le bon fonctionnement de ce moteur a été vérifié au cours d'essais réalisés publiquement sur le réseau de tramways de Milan pendant les heures d'arrêt du service.

Ce service est d'ordinaire assuré par le courant continu à 550 volts, alimentant par fil aérien des voitures munies chacune d'un moteur de 27 chevaux. Pour alimenter ce réseau en courant alternatif, on le débrancha de l'usine à courant continu, et on le relia à un alternateur de 60 chevaux. On improvisa une sorte d'usine provisoire alimentant la ligne à la fréquence de 18 périodes par seconde et à la tension de 550 volts, un des pôles étant relié à la ligne aérienne et l'autre à la terre pour conserver le retour par les rails, et se contenter d'un seul conducteur aérien, comme on le faisait avec le courant continu.

Au moteur et contrôleur d'une voiture avaient été substitués le moteur à courant alternatif simple et le transformateur de réglage précédemment décrits, et le tout, représentant un poids à peu près équivalent, parcourut 200 kilomètres, au cours desquels furent faits de nombreux démarrages, de nombreuses observations et lectures, et des relevés qui ont permis de constater le bon fonctionnement des moteurs, et d'établir une valeur comparative des rendements en alternatif et en continu, la valeur des facteurs de puissance, etc.

Le facteur de puissance moyen en marche de l'ensemble (ligne, transformateur et moteur) a varié entre 0.6 et 0,95, avec une moyenne de 0,8.

L'énergie absorbée par tonne et par démarrage jusqu'à une vitesse de 22 kilomètres à l'heure a été de 9,4 watts-heures avec l'équipement à courant alternatif, et de 12,5 watts-heures avec l'équipement normal de la ville de Milan (moteur G. E. 52 à courant continu). De même, l'énergie absorbée par tonne et par kilomètre en marche normale (vitesse moyenne de 18 kilomètres à l'heure, et avec 2,2 démarrages en moyenne par kilomètre) a été de 45 watts-heures avec l'équipement Finzi à courant alternatif, et de 70 watts-heures avec l'équipement G. E. 52 à courant continu.

§ 5. — Chimie

Synthèses d'aldéhydes. — L'intérêt considérable que présentent les aldéhydes, tant au point de vue scientifique qu'au point de vue de leurs applications industrielles, et plus particulièrement en parfumerie, a depuis longtemps suscité un assez grand nombre de procédés et engagé maint savant à rechercher une méthode vraiment pratique pour fabriquer ces corps. Excepté en série aromatique, on ne connaissait point de synthèse donnant de bons résultats, nous pourrions même dire donnant un résultat appréciable. Coup sur coup, quatre nouveaux procédés viennent de surgir, qui paraissent avoir résolu le problème d'une manière satisfaisante.

1° *Procédé de M. Bouveault*[1]. — M. Blaise a montré autrefois que les dérivés organo-magnésiens se combinent aux nitriles. Ces combinaisons, traitées par les acides étendus, se transforment en cétones. Donc, avec l'acide cyanhydrique et les dérivés organo-magnésiens on doit obtenir des aldéhydes. Malheureusement, la réaction échoue à cause du caractère acide de l'hydrogène de l'acide cyanhydrique : on a seulement :

$$H.CAz + Mg\begin{matrix} R \\ X \end{matrix} = RH + Mg\begin{matrix} X \\ CAz \end{matrix}.$$

La réaction de M. Blaise a été étendue aux amides par M. Béis. La formiamide doit donc conduire au résultat cherché. Cette fois encore, le caractère acide des hydrogènes du groupe AzH^2 empêche la réaction. Il suffit de les immobiliser pour écarter cet empêchement La diméthylformiamide, la pipéridylformiamide, la méthyl et l'éthylformanilide donnent une réaction régulière, que M. Bouveault représente ainsi :

$$H.COAz\begin{matrix} R \\ R' \end{matrix} + Mg\begin{matrix} R'' \\ X \end{matrix} = H - CO\begin{matrix} Az\begin{matrix} R \\ R' \end{matrix} \\ O\,MgX \end{matrix}$$
$$\rightarrow + H^2O = R'' - CHO + AzH\begin{matrix} R \\ R' \end{matrix} + Mg\begin{matrix} OH \\ X \end{matrix}.$$

Le manuel opératoire est des plus simples et les rendements sont assez bons.

2° *Procédé de M. Gattermann*[2] (en collaboration avec M. Maffezzoli). — Il consiste à faire réagir à 50° les dérivés organo-magnésiens sur l'éther formique :

$$R.MgBr + H.CO^2C^2H^5 = BrMgOC^2H^5 + RCHO.$$

Avec le toluène o-bromé, l'auteur a obtenu un rendement de 50 % en aldéhyde o-toluique.

Par le même procédé, il a préparé la benzaldéhyde, l'aldéhyde m-toluique, l'anisaldéhyde, la phénylacétaldéhyde, l'aldéhyde α-naphtoïque et l'aldéhyde camphorique.

3° *Procédé de M. Darzens*[3]. — Ce procédé est fondé sur les réactions suivantes : L'acide glycolique ou ses éthers se condensent avec les cétones ou les aldéhydes en présence de l'éthylate de soude pour donner des éthers d'acides α-oxy-acryliques substitués. Ceux-ci, saponifiés et distillés dans le vide, perdent CO^2 et donnent une aldéhyde. En pratique, on condense l'acétone choisie avec l'éther monochloracétique en présence de C^2H^5ONa, on saponifie et on distille :

$$R\begin{matrix} \diagdown \\ R' \end{matrix}CO + CH^2.Cl.CO^2C^2H^5 + C^2H^5ONa$$
$$= C^2H^5OH + NaCl + \begin{matrix} R \\ R' \end{matrix}\!\!>C = C\begin{matrix} OH \\ CO^2C^2H^5 \end{matrix}$$
$$\rightarrow \begin{matrix} R \\ R' \end{matrix}\!\!>C = C\begin{matrix} OH \\ CO^2H \end{matrix} = CO^2 + \begin{matrix} R \\ R' \end{matrix}\!\!>CH - CHO.$$

[1] *C. R.*, t. CXXXVII, p. 987.
[2] *Ber. D. Ch. G.*, t. XXXVI, p. 4152.
[3] *Bull. Soc. Chim.*, t. XXIX, p. 1156.

4° *Procédé de MM. Béhal et Sommelet*[1]. — Ce procédé permet d'obtenir les aldéhydes du type :

$$\begin{matrix} R \\ R' \end{matrix}\!\!>\!CH-CHO$$

en décomposant par l'acide oxalique sec les éthers-oxydes d'α-glycols répondant à la formule :

$$\begin{matrix} R \\ R' \end{matrix}\!\!>\!\underset{\underset{OH}{|}}{C}-CH^2.OX.$$

Quant à ces derniers, on peut les obtenir en faisant agir les dérivés organomagnésiens sur l'éthoxyacétate d'éthyle. Les alcools tertiaires cherchés s'obtiennent avec un bon rendement (60 °/₀ de la théorie). Quant à la transformation en aldéhydes, elle s'effectue en général avec un rendement qui est rarement inférieur à 50 °/₀.

Digestion des mannanes et des galactanes par la séminase. — M. Hérissey, dans une remarquable suite d'articles publiés dans la *Revue de Botanique*, nous fait connaître ses récents travaux sur une diastase des réserves nutritives végétales, qu'il dénomme *séminase*. C'est un ferment soluble (ou un ensemble de ferments solubles) qui transforme les hydrates de carbone des réserves de l'albumen corné des Légumineuses en sucres assimilables. Sous l'action de cette diastase, le mannane donne du mannose, et le galactane du galactose, tous deux solubles et dialysables. La composition de la *séminase* serait complexe; elle n'a pu être déterminée; mais son individualité a été mise en évidence par plusieurs faits très précis : c'est ainsi que les ferments de l'*Aspergillus niger* agissent faiblement sur le mannane et le galactane de l'albumen du Caroubier, tandis qu'ils transforment le saccharose, le maltose, le tréhalose, les glucosides, l'inuline et l'amidon. La diastase destinée à digérer cet albumen ne peut donc être assimilée à l'invertine, à la maltase, à la tréhalase, à l'émulsine ou à l'inulase, mais doit, au contraire, posséder des propriétés particulières lui permettant l'hydrolyse des composés organiques en question. Comme confirmation de ses expériences, M. Hérissey a obtenu du galactose parfaitement pur et cristallisé par l'action de cette séminase sur un galactane. Il convient toutefois de remarquer que les hydrates de carbone considérés ne seront pas, quelle que soit leur origine, transformés par la même diastase, mais qu'au contraire il y aura une diversité de ferments correspondant à la diversité des substances à digérer.

§ 6. — Physiologie

Combustions intra-organiques dans les glandes à l'état de repos et d'activité. — Cl. Bernard avait conclu de ses expériences sur la glande sous-maxillaire que les combustions sont diminuées dans les glandes en activité; il s'appuyait surtout sur ce fait que le sang sort plus rouge des glandes en activité que des glandes au repos et que la proportion d'acide carbonique et d'oxygène du sang efférent est très peu modifiée.

M. Chauveau s'est élevé contre cette doctrine, faisant remarquer que les conclusions de Cl. Bernard sont gravement entachées d'inexactitude, parce qu'il a omis, dans son calcul des combustions intra-organiques, de tenir compte du débit sanguin, facteur essentiel.

M. G. Moussu, professeur à l'Ecole vétérinaire d'Alfort, et M. J. Tissot viennent de répéter les expériences de Cl. Bernard, en les exécutant sur le bœuf, dont la glande parotidienne, douée d'une activité considérable, a des vaisseaux et des nerfs facilement accessibles à l'opérateur.

[1] *C. R.*, t. CXXXVII (Janv. 1904).

Ces auteurs établissent les faits suivants[1] :

1° Le débit sanguin, pendant la période d'activité de la glande, est infiniment plus grand que pendant la période de repos : de 20 grammes environ par minute pendant le repos, le débit du sang veineux passe, dans une expérience, à 137 gr. 50 pendant la période d'activité;

2° Le débit salivaire peut être considérable par rapport au débit sanguin : pour un débit veineux de 120 grammes par minute, le débit salivaire atteint 25 grammes et même, dans un cas, 93 grammes;

3° La richesse du sang veineux en globules rouges, pendant la période d'activité, est considérablement accrue : de 6.300.000, le nombre des globules a passé à 8.700.000 et même à 9.900.000.

C'est évidemment cette richesse globulaire qui est la raison de la richesse en oxygène du sang veineux de la glande en activité : elle résulte d'une concentration du sang, due à la sécrétion salivaire proprement dite, qui prive le sang d'une partie de son eau.

Par conséquent, deux facteurs essentiels doivent entrer en ligne dans le calcul de la dépense de la glande : le débit sanguin et la sécrétion salivaire. L'oxygène entrant dans la glande doit être calculé sur un volume de sang artériel égal au volume du sang veineux qui s'écoule par minute, augmenté du volume de salive sécrétée pendant le même temps. L'oxygène sortant de la glande se calcule sur le volume du sang veineux écoulé par minute.

MM. Moussu et Tissot ont constaté, en tenant compte de ces considérations fondamentales, que le sang pénétrant dans la glande pendant une minute perd 1 c. c. 31 d'oxygène, la glande étant en repos, et qu'il en perd 4 c. c. 51, la glande étant mise en activité par l'excitation de ses nerfs. L'excès de dépense dû à l'activité est donc, pour une minute, de 2 c. c. 65. La dépense en oxygène est deux fois et demi plus considérable pendant l'activité que pendant le repos.

En résumé, les glandes salivaires dépensent beaucoup plus pendant l'activité que pendant le repos; et cette dépense se manifeste par un notable accroissement de la consommation d'oxygène. L'énergie mise en jeu pendant la sécrétion salivaire est donc bien, comme l'a soutenu M. Chauveau, créée par les processus de la combinaison lavoisérienne.

Rôle du contact du sang avec les corps étrangers dans la coagulation de ce liquide. — On sait que Freund a établi, il y a une quinzaine d'années, que le sang recueilli au sortir du vaisseau dans un vase dont les parois sont enduites d'huile ou de vaseline ne se coagule qu'avec une extrême lenteur. On sait que M. Bordet, directeur de l'Institut bactériologique de Bruxelles, et son assistant, M. Gengou, ont observé des phénomènes analogues, en substituant la paraffine (qui a l'avantage sur la vaseline d'adhérer au verre et de permettre des centrifugations en tubes paraffinés) à l'huile et à la vaseline.

Dans la coagulation du sang, on peut noter une série de phénomènes successifs : production par les leucocytes d'un zymogène; transformation de ce zymogène en fibrin-ferment, en présence des sels calciques du plasma, action de ce ferment sur le fibrinogène, précipitation de la fibrine. Quel est, ou quels sont, parmi ces phénomènes, celui qui est, ou ceux qui sont influencés par la paroi de paraffine? Est-ce la production du zymogène qui est retardée, les leucocytes ne recevant plus — dans des conditions où le sang ne mouille pas la paroi — l'excitation nécessaire à la production rapide de ce zymogène? Est-ce la transformation du zymogène en fibrin-ferment; est-ce la transformation du fibrinogène en fibrine; est-ce la précipitation de la fibrine qui est empêchée, ou tout au moins retardée.

MM. Bordet et Gengou, sans prétendre résoudre

[1] *C. R. Soc. de Biologie*, 1904.

toutes ces questions, viennent de publier[1] sur un point particulier des expériences intéressantes, d'autant plus utiles à noter que nos connaissances sur la zymogenèse, qu'elles concernent, sont moins étendues. Ces auteurs ne prétendent pas que, dans les expériences en tubes paraffinés, la genèse du zymogène soit normale; ils n'examinent pas cette question; ils s'attachent simplement à établir que la transformation du zymogène en ferment, toutes conditions nécessaires de milieu chimique étant réalisées, ne se fait pas en vase paraffiné avec la même facilité, avec la même rapidité qu'en vase non paraffiné.

Leurs recherches ont été faites avec le plasma salé à 5 °/₀ : on sait que le sang reçu dans une solution de chlorure de sodium, telle que le mélange sang-solution salée contienne 5 °/₀ de sel, ne se coagule pas spontanément : c'est ce qu'a établi, tout d'abord, M. Armand Gautier. — MM. Bordet et Gengou, étudiant le plasma de ce sang salé, ont vu qu'il contient du zymogène, mais point de fibrin-ferment : il ne renferme pas de fibrin-ferment, parce qu'il est incapable de faire coaguler le plasma oxalaté, réactif du fibrin-ferment; parce qu'aussi il se coagule par addition d'une faible proportion de sérum; il renferme du zymogène, substance génératrice du fibrin-ferment, parce qu'il se coagule lui-même, quand on le dilue de quelques volumes d'eau distillée.

Par dilution du plasma salé au moyen d'eau distillée, on détermine donc la transformation du zymogène en fibrin-ferment. MM. Bordet et Gengou font l'expérience comparativement en vase ordinaire et en vase paraffiné, en variant, d'ailleurs, les conditions de l'expérience, et constatent ce fait très remarquable : la coagulation du plasma salé dilué se fait en une demi-heure, par exemple, en vase normal; elle ne se fait qu'en deux heures et plus en vase paraffiné.

De cette intéressante expérience résulte la conséquence énoncée par ces auteurs : « Le contact avec un corps étranger tel que le verre, dont un caractère frappant est d'être mouillable, favorise activement la production du fibrin-ferment aux dépens du proferment. Cette influence s'observe en dehors de toute intervention d'éléments figurés. L'influence coagulante exercée sur le sang par le contact des corps étrangers et que les expérimentateurs ont si fréquemment observée peut donc s'expliquer sans qu'on soit forcé d'invoquer l'irritabilité cellulaire.

Il ne faudrait pourtant point conclure que le contact avec les parois de verre ne joue aucun rôle dans la genèse du profibrin-ferment; des expériences directes permettraient seules de poser une conclusion nette à ce sujet. Il convient, pour le moment, de réserver de la façon la plus absolue cette dernière question. Les recherches de MM. Bordet et Gengou nous montrent simplement que les phénomènes de contact interviennent activement dans la transformation du profibrin-ferment en fibrin-ferment, et ce fait était assez mal-tendu pour mériter d'être signalé.

§ 7. — Psychologie

La sensation du « déjà vu ». — Dickens a fait dire par la bouche de son héros David Copperfield : « Nous connaissons tous par expérience ce sentiment qui nous envahit parfois, que ce que nous sommes en train de dire ou de faire a déjà été dit et fait antérieurement, il y a longtemps; que nous avons déjà été entourés par les mêmes figures et les mêmes objets dans les mêmes circonstances. »

Les écrivains et les poètes ont souvent décrit ces minutes émouvantes de la vie dans laquelle une sensation nouvelle semble avoir été déjà éprouvée.

Dans le *Roman d'un Enfant*, de Pierre Loti, le héros reconnut la mer qu'il voyait pour la première fois... « Je reconnaissais et je tremblais ».

[1] *Ann. de l'Institut Pasteur*, décembre 1903.

On cite les vers de Verlaine, dans son « Kaléidoscope » :

Ce sera comme quand on a déjà vécu
Un instant à la fois très vague et très aigu...
... Ce sera si fatal qu'on en croira mourir.

Trembler, penser, mourir, ainsi s'exprime l'émotion intense éprouvée en pareils cas. Sans *angoisse*, en effet, la sensation du « déjà vu » n'existe pas; l'angoisse en fait partie intégrante et nécessaire. Il faut qu'en reconnaissant la chose qu'il n'a jamais vue, le sujet *ne comprenne pas* d'où a pu venir la première impression; dès lors, il est *stupéfait* de trouver antérieurement déposée dans son esprit une image qui s'y est formée *à son insu*, à un moment et dans des circonstances qu'il ignore. Cet étonnement, brusque et intense, commence l'angoisse, qui s'accroît de toutes les hypothèses que la surprise engendre. Voilà la sensation du « déjà vu » constituée; son *angoisse caractéristique* est, en somme, produite par la *faillite de la raison* du sujet en face d'un phénomène inexplicable et contradictoire; elle résulte, dit Paul Bourget, de la présence simultanée dans l'esprit et du heurt de *deux évidences inconciliables*.

L'expression « déjà vu » est, d'ailleurs, trop étroite; souvent il s'agit d'une sensation de « déjà entendu »; plus souvent encore, c'est une sensation plus complète « d'émotion déjà éprouvée ».

Si les travaux concernant la sensation du « déjà vu » sont nombreux et intéressants, si, au point de vue des détails de sa symptomatologie, le phénomène est parfaitement décrit, une grande incertitude subsiste en ce qui concerne son mécanisme psychologique.

M. Grasset[1] vient de tenter cette *mise au point scientifique*. Le professeur de Montpellier remarque qu'il y a deux éléments, également essentiels, dans la sensation du « déjà vu » : d'abord, la *reconnaissance d'une image*, d'une émotion, d'un état psychique qu'on a conscience de n'avoir jamais éprouvé; ensuite l'*ignorance de l'origine de la première impression* (image visuelle ou auditive, émotion), antérieurement acquise par le psychisme du sujet, et à laquelle l'impression actuelle paraît identique.

Pour M. Grasset, il est nécessaire qu'il y ait eu dans le psychisme une image ou une impression, déposée ou formée *à l'insu du sujet*. D'où la stupéfaction angoissante du patient quand il constate dans son esprit la présence d'une image précise, image qui n'y est entrée à aucun moment, du moins à son avis.

Toute la question scientifique revient dès lors à ceci : *Un sujet peut-il, inconsciemment et à son insu, acquérir des connaissances psychiques, qu'il pourra utiliser plus tard dans diverses opérations intellectuelles conscientes (comparaison, raisonnement...) sans jamais se rappeler (même à ce moment où il les utilise) ni le moment, ni les circonstances de l'acquisition de cette connaissance psychique?*

A cette question M. Grasset répond nettement par l'affirmative; et le fait s'explique par la distinction entre un *psychisme supérieur* et un *psychisme inférieur*. Il existe un centre supérieur d'intellectualité, le centre O, libre et conscient. Au-dessous de lui sont les centres du psychisme inférieur, qu'on peut schématiquement relier les uns aux autres par des lignes dont l'ensemble figure un *polygone*; *l'activité polygonale* n'est pas libre; elle est subconsciente ou inconsciente.

A l'état habituel, les centres des deux ordres de psychisme collaborent d'une manière inextricable; mais ils peuvent aussi, dans certains états pathologiques, dans certaines circonstances extra-physiologiques, se désagréger et fonctionner isolément.

[1] Grasset : La sensation du « déjà vu »; sensation du « déjà éprouvé »; l'illusion de « fausse reconnaissance ». *Revue de Psychologie normale et pathologique*, Janvier-Février 1904.

Dans ces états de désagrégation sus-polygonale, dans ces circonstances où le centre supérieur O n'assiste pas à ce que fait le polygone, les centres psychiques inférieurs peuvent acquérir des impressions diverses. Plus tard, le centre psychique supérieur, le centre O, peut découvrir ces impressions dans le polygone et les utiliser, sans connaître le moment et le mode d'acquisition de cette conception par les centres psychiques inférieurs inconscients.

Cette formation inconsciente de concepts dans les centres psychiques inférieurs désagrégés peut s'expliquer de deux manières : 1° les centres polygonaux ont de la *mémoire* et les concepts peuvent venir de l'extérieur; 2° les centres polygonaux ont de l'*imagination* et les concepts peuvent se former dans les centres psychiques inférieurs.

Dans l'un comme dans l'autre cas, l'acquisition, inconsciente à son origine, peut pénétrer dans la mémoire générale du psychisme, et y rester latente au même titre que les souvenirs d'origine consciente. Si quelque circonstance (spectacle, sensation...) éveille ce souvenir (recollection, évocation), O *reconnaît* l'impression, tout en continuant à en ignorer l'origine. D'où la contradiction, l'irrationnel : *le sujet reconnaît, comme déjà existante en lui, une impression qu'il ne se rappelle pas avoir acquise.* D'où l'étonnement, l'angoisse, tout le « déjà vu ». Il ne s'agit pas d'illusion, ni de fausse reconnaissance; la reconnaissance est *réelle*; mais c'est la reconnaissance d'une impression dont le sujet ignore la première manifestation.

§ 8. — Sciences médicales

Hôpitaux français d'Enfants tuberculeux. — A lire nos journaux quotidiens et nos périodiques médicaux, la France est très en retard pour toutes les questions d'hygiène et surtout de prophylaxie de la tuberculose. On a plaisir à constater que les étrangers nous rendent plus volontiers justice que nous-mêmes. M. Ward, qui vient de faire, à travers l'Europe, un voyage d'études, constate que les hôpitaux d'enfants tuberculeux sont très bien compris et très bien organisés en France. Il a admiré successivement Berck, Hendaye, Villiers-sur-Marne et Ormesson, et c'est sur leur modèle qu'il propose de construire à Coney Island un hôpital pour enfants tuberculeux.

Traitement du cancer du sein par la castration ovarienne. — Dans la séance du 6 janvier 1904, M. le Dr Guinard, chirurgien des hôpitaux de Paris, communiquait à la Société de Chirurgie l'observation d'une malade qui, atteinte simultanément d'un fibrome utérin et d'un cancer du sein droit, avait vu, à la suite de la castration totale, la tumeur mammaire diminuer rapidement de volume, devenir plus souple et moins adhérente à la paroi, tandis que disparaissait peu à peu l'engorgement ganglionnaire de l'aisselle. Ce mode de traitement n'est pas nouveau, et c'est Beatson (de Glasgow) qui en a eu le premier l'idée en 1896[1]. Depuis cette époque, plusieurs chirurgiens ont pratiqué la castration dans des cas de cancer du sein inopérable. Parmi eux, il faut citer Boyd, Herman, Paton, et, plus récemment, Reynès (de Marseille), Mauclaire et Jayle (de Paris). Au point de vue pratique, comme le fait remarquer M. Dumont[2], dans la *Presse médicale*, les résultats de cette méthode ne semblent pas très encourageants. Le cas de M. Guinard est le seul qui soit absolument favorable. Aucun des autres chirurgiens n'a employé le mot guérison, et, sur les 54 cas de la statistique de Boyd[3], 19 sont étiquetés « plus ou moins améliorés », et 35 sont indiqués comme n'ayant subi aucune amélioration ou une amélioration à peine marquée et passagère. Il semble donc qu'il faille se réserver et attendre pour apprécier sainement l'importance pratique de cette opération, qui, jusqu'à nouvel ordre, restera une opération d'exception.

[1] Beatson (G.-Z.), *British med. Journal*, 1896, 1386.
[2] *Presse médicale*, 1904, n° 6, p. 45.
[3] Boyd (St.), *Brit. med. J.*, 20 octobre 1900, p. 1161.

Inoculation de la syphilis aux singes anthropoïdes. — M. le Dr Lassar (de Berlin)[1] a réussi à inoculer, sous la peau d'un chimpanzé, âgé de quatre ou cinq ans, des parcelles de chancre induré et de la sérosité chancreuse. Les petites plaies se cicatrisèrent; mais, au bout de quatorze jours, deux d'entre elles, situées au-dessus du sourcil, s'indurèrent et prirent l'aspect typique du chancre syphilitique; un troisième chancre, semblable aux précédents, apparut bientôt au milieu du front; en même temps, le poil tombait sur divers points du corps et des éruptions se faisaient dans les régions palmaires, plantaires et anales. La marche de l'affection sembla bien être celle de la syphilis. C'est, dans tous les cas, une observation à rapprocher des expériences de MM. Metchnikoff et Roux[2], qui sont parvenus à transmettre la syphilis à un chimpanzé mâle au moyen de produits syphilitiques recueillis sur le chimpanzé femelle, précédemment inoculé par eux avec succès.

§ 9. — Géographie et Colonisation

La délimitation de la Guinée française; Mission du Dr Maclaud. — La Mission pour la délimitation de la frontière septentrionale de la Guinée française que M. le Dr Maclaud, administrateur des Colonies, vient de remplir, de concert avec une Commission portugaise, n'a pas seulement donné de très appréciables résultats politiques; elle a, en outre, permis à l'explorateur de réunir d'intéressantes notions sur un pays qui était resté, jusqu'ici, mal connu, et sur les populations qui l'habitent.

Il s'agissait de reprendre les travaux de délimitation effectués en 1900 par M. le capitaine Payn, en exécution de la Convention du 12 mai 1886; ces travaux avaient été plus scientifiques que pratiques et il y avait lieu, pour éviter des difficultés, de procéder à un abornement sérieux. Il en est résulté une exploration complète du pays, qui a permis d'en rectifier la carte.

La région comprise entre les fleuves Cassini et Compony, à égale distance desquels doit se tenir la première partie de la frontière, est si basse que la marée remonte très loin à l'intérieur. Une végétation très dense, où les palétuviers et les palmiers à huile sont en nombre, se développe au milieu d'un inextricable réseau de marigots; la vase qui les entoure en rend les abords difficilement praticables.

Au delà de cette dépression côtière, commence le plateau peu élevé du Foréa, riche région d'alluvions, où croît le bambou et où l'on cultive avec succès le riz et l'arachide. C'est un pays tout à fait propre à la culture du coton. On y rencontre parfois de larges cuvettes, peu profondes, appelées *Vendous*, qui s'emplissent d'eau et sont très giboyeuses.

Aux approches du rio Grande, le relief s'accentue; la latérite remplace les alluvions et forme une succession de terrasses stériles, coupées de petites failles où coulent des rivières bordées d'une végétation épaisse. C'est un magnifique pays de chasse, où les buffles et les antilopes abondent, et où les éléphants viennent hiverner.

Plus à l'est, entre Boké et Kadé, les vallées sont plus larges; le bambou y forme par ses racines un réseau serré qui retient l'humus, et le riz ainsi que le mil y viennent en abondance. La région de Kadé rappelle celle du Foréa. C'est un plateau alluvionnaire, partout cultivé, que bordent des grès saccharins aux pentes pittoresques; il en sort, vers l'est, des sources chaudes, chargées de chlorure de sodium et de magnésie. Grâce

[1] Société de Médecine berlinoise, séance du 16 décembre 1903.
[2] *Annales de l'Institut Pasteur*, décembre 1903.

à une habile diplomatie, M. Maclaud put nous conserver, moyennant de légers sacrifices, ce centre fertile de Kadé que l'on avait jusque-là considéré comme français et qui se trouvait être à l'ouest de la frontière, c'est-à-dire du côté portugais.

Au nord du pays de Kadé et du rio Grande s'étend une plaine basse et marécageuse, inhabitable, mais très giboyeuse. Le Kayoun, affluent du rio Grande, et le Geba y confondent leurs sources. En avril, on brûle les herbes de cette brousse, mais elles repoussent si vite que les troupeaux y trouvent leur nourriture jusqu'à l'époque des pluies.

Cette partie de la Guinée est habitée par des peuplades nombreuses et diverses, qui sont comme des épaves de populations autochtones refoulées vers la côte par des envahisseurs venus du nord-est, Mandingues, Sousous, Peuhls. Les principales de ces peuplades, qui habitent un espace relativement restreint sont : les Nalous, les Yolas, les Tendas, les Bagas, les Landoumas, les Mékhiforès.

Les Nalous, dont le roi Dinah-Salifou avait eu un succès de curiosité lors de sa visite à Paris, en 1889, perdent chaque jour du terrain. Après avoir essaimé vers le Cassini, le Compony et le rio Nuñez, ils ont été arrêtés par les envahisseurs. Ceux du Nuñez, qui sont musulmans, sont paresseux et font travailler les captifs; ceux des îles, fétichistes, sont d'excellents pêcheurs et navigateurs, cultivent le riz et élèvent le porc.

Les Yolas, venus de la Casamance, cherchent à y retourner; ils sont fétichistes et monogames. Cette peuplade exploite surtout le caoutchouc et le palmier. Les Tendas, originaires de la région de Boussoura, sont également fétichistes; ils sont chasseurs et, comme cultures, ils ont le riz, l'arachide, le caoutchouc et le palmier.

Les Bagas, auxquels il faut joindre les Madoris et les Forès, sont de belle race. Jaloux de leur indépendance, ils commencent à se rapprocher des blancs. Les hommes sont paresseux et imprévoyants; mais les femmes, qui sont travailleuses, se livrent à la pêche; elles commandent à leurs maris, et, si elles les battent parfois, elles mettent leur orgueil à les vêtir magnifiquement. Les Bagas se marient par échange de sœurs ou, à défaut, de nièces. On enterre les Bagas dans leur case, qui est ensuite abattue; si la femme survit, elle édifie une nouvelle case sur les ruines de l'ancienne pour un second mari. Ces peuplades ne reconnaissent pas de chefs; c'est le conseil des vieillards — toujours ivres — qui dirige tout, mais il manque d'autorité.

Les Landoumans, émigrés du Fouta, sont des fétichistes qui se rapprochent des Bagas. Laborieux et intelligents, ils cultivent le kola, le sésame, le riz et même le café. Les Mékhiforès sont d'anciens captifs du Fouta-Djallon, d'origine mandingue, qui ont repris leur liberté. Ils deviennent d'habiles ouvriers et fournissent la meilleure main-d'œuvre des Rivières-du-Sud; ils ont volontiers accepté la protection de la France et paient régulièrement l'impôt. Ils cultivent le riz, le sésame et surtout le kola. Ces diverses populations ont constitué des confréries, ou sociétés secrètes, appelées Simos, dont le but est de résister aux envahisseurs.

G. Regelsperger.

§ 10. — Enseignement

La Caisse des recherches scientifiques. — En réponse à un journal qui mettait à sa disposition une somme destinée à des études sur le radium, M. d'Arsonval l'engageait à verser cette subvention à la Caisse des recherches scientifiques. La *Revue* a signalé en son temps la création de cette Caisse, destinée à centraliser les ressources mises à la disposition de la Science, à permettre aux savants de poursuivre leurs recherches en leur fournissant, au moment où il leur est particulièrement utile, l'argent nécessaire à leurs travaux, alors que les prix dont l'Institut dispose ne peuvent que récompenser des résultats acquis.

Accueillie avec grande faveur par le Parlement, l'idée prit corps, et la loi du 14 juillet 1901 créa la Caisse en lui donnant la personnalité civile. Puis on fit appel aux fonds du pari mutuel pour la doter.

La Caisse est divisée en deux sections : à la première, qui a pour but les recherches biologiques, les études poursuivies pour combattre les maladies des hommes, des animaux et des végétaux, le pari mutuel assure 125.000 francs par an; la seconde, qui doit encourager les recherches scientifiques de toute nature, dispose actuellement d'une somme de 100.000 francs, destinée spécialement à l'étude de procédés pratiques d'épuration des eaux d'égout et des eaux résiduaires.

En outre, la Caisse possède quelques ressources provenant soit d'une souscription qui lui a été apportée le jour même de sa création et qui avait été recueillie par les soins de son fondateur, grâce au concours du Crédit foncier et des Etablissements de crédit, soit de quelques libéralités provenant surtout des Administrations de chemins de fer. Mais ce n'est là qu'une bien maigre fortune. Alors que dans certains pays des millions sont remis chaque année aux savants pour leurs travaux, nous ne disposons en France pour ce but que de moins de 300.000 francs.

Sans doute, cette Caisse est inconnue de l'immense majorité des Français; et, d'autre part, certains esprits l'accueillirent avec frondeur. C'est encore, a-t-on dit, un organisme d'Etat, un moyen d'action dont disposera le Gouvernement pour quelques savants de son choix. Pour rassurer ces esprits inquiets, il suffit d'indiquer le fonctionnement de cette Caisse : ce sont des savants qui, dans chaque section, répartissent entre les différentes demandes les ressources dont ils peuvent disposer. Dans la Section des recherches biologiques, ce sont MM. Marey, Ranvier, Schlœsing, van Tieghem, Brouardel, Lancereaux; dans celle des recherches purement scientifiques, MM. Mascart, Berthelot, Bouquet de la Grye, Darboux, Fouqué, Perrier. Ajoutons enfin que le Conseil d'administration de la Caisse comprend, à côté de deux délégués de la Commission scientifique, MM. Darboux et Marey, quatre membres élus par les grands corps de l'Etat : MM. Berthelot, pour le Sénat; Audiffred, l'auteur de la loi, pour la Chambre des députés; Dislère, pour le Conseil d'Etat, et de Foville, pour la Cour des Comptes.

Parmi les dernières subventions distribuées, nous relevons une somme de 60.000 francs accordée à M. Calmette, directeur de l'Institut Pasteur, de Lille, pour organiser, avec le concours de grands industriels de la région du Nord, une série d'études pratiques en vue de l'assainissement des rivières polluées par les eaux résiduaires des usines.

Un Rapport annuel doit faire connaître la liste des subventions accordées; et il est permis d'espérer que ce document officiel indiquera, à côté de l'appui donné, les résultats obtenus. Ce sera certainement le meilleur moyen de propagande que les administrateurs de la Caisse pourront employer pour provoquer de nouvelles libéralités, destinées soit aux recherches scientifiques en général, soit à des travaux intéressant plus particulièrement les donateurs.

Quelques observations sur l'esperanto. — Nous avons reçu à ce sujet les deux lettres suivantes :

Monsieur le Directeur,

« J'ai lu avec grand intérêt, dans votre numéro du 30 janvier, les observations présentées par M. Raveau au sujet de l'Esperanto. Permettez-moi d'y répondre en quelques mots.

« M. Raveau me semble avoir oublié dans sa critique trois choses. La première c'est qu'une langue, quelle qu'elle soit, n'est pas un composé de mots, mais, en réalité, de *phrases*. Autrement, il serait impossible de se comprendre dans nos langues, puisque presque chaque mot y possède plusieurs significations distinctes. Si, en réalité, nous nous entendons, cela vient

de ce que nous ne nous contentons pas de mots isolés, mais les réunissons, les corrigeons, les définissons en quelque sorte l'un par l'autre pour en faire des phrases qui précisent le sens de chaque terme, incompréhensible isolément. C'est pourquoi tout travail, toute discussion sur un mot isolé de son contexte ne peut avoir qu'une portée très restreinte et ne prête qu'à des conclusions relatives.

« La deuxième considération oubliée par M. Raveau est que l'Esperanto ne repose pas seulement sur le principe de dérivation par affixes, mais aussi sur la composition des racines et sur l'internationalité des termes. Si un mot comme *antropologio* est compris de tous les gens instruits du monde civilisé, il est évident qu'on pourra, à bon droit, en s'adressant à eux, l'employer en Esperanto, bien qu'à la rigueur on puisse exprimer directement la même idée par *homoscienco*. Mais *antropologio*, compris de tous dans une acception identique, passe de droit dans la langue internationale, où, sans charger la mémoire, il a le mérite d'échapper à tout reproche d'imprécision.

« Enfin, le troisième point auquel je m'étonne qu'un polyglotte comme M. Raveau n'ait point songé, c'est que l'Esperanto est une langue *internationale*, qu'il ne doit point, par conséquent, tenir seulement compte du français, mais qu'il doit s'inquiéter également des autres grandes langues. Si une image, si une nuance est internationale, elle doit être exactement traduisible en Esperanto. Mais si, au contraire, elle ne l'est point, si un seul ou un petit nombre de peuples ont éprouvé le besoin d'avoir deux mots distincts pour traduire deux nuances difficilement définissables, il est très contestable que la langue internationale doive conserver cette dualité d'exception, si la simple analyse ne peut donner à tous les autres peuples la clef des termes employés.

« C'est pourquoi, si l'allemand se contente de « Wörterbuch » (livre de mots) et de « Lexikon » ; si le russe trouve que « slovar » (analogue du *vortaro* esperanto) et « leksikon » lui suffisent ; si le français, l'anglais, l'espagnol et l'italien, chacun avec son orthographe particulière, n'éprouvent guère le besoin d'avoir autre chose que « dictionnaire » et « lexique », il est difficile de concevoir pourquoi l'esperanto ne pourrait pas se contenter, lui aussi, de « vortaro » et de « leksikono », dont je m'étonne que M. Raveau n'ait point parlé.

« L'esperanto, d'ailleurs, fournit par lui-même le moyen d'aller bien au delà des exigences les plus sévères, puisqu'il nous offre, en outre, toute une série de mots composés ou dérivés, compréhensibles à première vue de tout espérantiste, mais d'un emploi nullement obligatoire pour celui qui ne tient pas à disséquer sa pensée. Je n'en citerai que quelques termes, comme *Vortlibro*, *Vortareto*, *Vortarego*, *Radikvortaro*, *Radikvortareto*, *Radikvortarego*, *Vorttabelo*, *Vorttabeleto*, *Vortamaso*, *Vortkolekto*, *Terminaro*, *Terminareto*, etc.

« Il n'est, je le répète, pas un espérantiste ayant quelques mois de pratique, qui ne puisse donner immédiatement la traduction périphrasique (et pour cause) de tous ces mots, bien que ne les ayant jamais rencontrés auparavant. En cela réside un avantage précieux de la dérivation régulière des mots de l'esperanto.

« Quant au mot « frein », M. Raveau trouve tout naturel qu'en français on dise « frein de la langue », par exemple. Est-il bien sûr que l'allemand, qui l'appelle « bandelette », le russe, qui le nomme « bridon », soient tout à fait de son avis? Je ne cite que pour mémoire l'anglais, qui n'a point de mot du tout et doit recourir au latin.

« Il y a donc ainsi toute une série d'idiotismes dont il faut se garder de donner une traduction littérale, si l'on veut éviter de n'être point compris, — aussi bien dans toutes les langues naturelles qu'en esperanto, d'ailleurs. Mais l'emploi d'un dérivé ou composé, comme le fait l'Esperanto, permet souvent d'éviter ces idiotismes en donnant une analyse de l'idée, peut-être incomplète parfois, mais à coup sûr plus compréhensible *pour un étranger* que n'importe quelle traduction littérale d'une image particulière à un peuple. L'esperanto n'a donc point tort de dire pour « frein de la langue » *langa irlimigilo* ou *langa movlimigilo*. De même, il trouvera dans sa dérivation le moyen d'exprimer le ralentissement du mouvement par un *malakcelilo* quelconque, comme tout à l'heure il rendait par *movlimigilo* l'idée de la limitation de ce mouvement. Que si M. Raveau trouve encore que ce n'est point assez, je suis tout prêt à lui en fournir d'autres, et même au besoin à recourir à une racine nouvelle aussi internationale que possible pour la langue *technique*.

« Il faut, en effet, distinguer absolument la langue du spécialiste de celle qui est en usage courant. Il y a plus d'une personne qui passe toute son existence sans se douter qu'il existe quelque part un instrument qu'on appelle « frein de Prony ». Et ces personnes trouveront tout naturellement que le mot *haltigilo* ou *malakcelilo* leur suffit amplement, lorsqu'en parlant, par exemple, d'un voyage en voiture elles diront : « *Por eviti falon, ni devis uzi la malakcelilon* ». Voilà pour le mot *frein* de la langue journalière, celle qui a déjà fait ses preuves. — Quant à la traduction technique du mot « frein de Prony », nous avouons qu'elle n'existe pas, l'esperanto scientifique n'étant pas encore arrivé à son entier achèvement. Mais le comblement de cette lacune ne saurait tarder, car la langue courante, l'esperanto journalier, existe et vit. Il suffit, pour s'en convaincre, de le demander aux voyageurs et aux commerçants qui s'en servent. Quant à la langue technique, les espérantistes possèdent maintenant un organe scientifique, la *Scienca Revuo*, où sont résolues ces questions spéciales sous la direction d'un Comité international de savants dont personne ne contestera la situation éminente, et qui sauront sans aucun doute rallier par leur décision compétente les suffrages de tous. »

Paul Fruictier,
Directeur de « *Lingro internacia* »
et de « *Scienca Revuo* ».

Monsieur le Directeur,

« Dans l'avant-dernier numéro de la *Revue*, M. Raveau a présenté contre l'Esperanto quelques objections, auxquelles je voudrais répondre ; je prendrai nécessairement les points particuliers qu'il a examinés, puis je terminerai en donnant mon avis sur les objections de principe. M. Raveau prend comme exemples trois mots : le mot frein (*haltigilo*), le mot antiquite (*malnovajo*) et le mot dictionnaire (*vortaro*).

« Pour le mot frein, il semble regretter que l'Esperanto ne traduise pas par un seul mot toutes les acceptions du mot français frein. La réponse à cela est aisée. Le nombre des idées actuellement en vogue est très grand, et chaque jour le bagage s'en augmente ; depuis bien des siècles, les hommes ont renoncé à créer un radical nouveau chaque fois qu'une nuance utile apparaît dans les idées ; dans toutes les langues, chaque mot a un certain domaine d'idées sur lequel il s'étend ; quand on veut préciser, on lui ajoute une épithète ou un complément. Dans le cas fréquent où ces domaines d'idées sont différents dans les différentes langues, une langue internationale doit tenir compte de toutes les langues existantes. Si nous donnions à un mot esperanto le domaine d'idée du mot français frein, nous ne serions immédiatement compris ni par les Allemands, ni par les Russes, ni par les Anglais.

« Est-ce à dire que je désapprouve le français d'avoir donné au mot frein ses diverses acceptions? Non, car on peut dire que jamais, *dans une phrase*, il n'y a doute. Et cependant, si nous demandions au français la rigueur que M. Raveau demande à l'Esperanto dans ses critiques, on pourrait bien discuter ; et toutefois, je trouve que le mot frein est suffisant pour exprimer ce qu'il veut, mais cela uniquement à cause du reste de la phrase. Ce n'est pas trop mal pour une vieille langue comme la nôtre, formée au hasard des recherches de

la littérature et de la brutalité des bouges. Un seul reproche peut s'adresser au mot *frein* : c'est de ne pas rappeler le radical d'un mot usuel signifiant arrêter ou retarder. C'est un radical de plus, qui charge inutilement la mémoire. L'Esperanto a donc justement éliminé ce radical, et la précision n'y perd rien, car on peut, à côté du mot usuel *haltigilo*, en créer une infinité d'autres qui, suivant les cas, pourront exprimer toutes les délicatesses de la pensée, et qui seront immédiatement compris de tout esperantiste, si peu exercé qu'il soit.

« Voyons maintenant ce que M. Raveau nous dit sur le mot *malnovaĵo*, qu'il traduit par *antiquité* ou *vieillerie*. Ce qu'il nous reproche principalement est de traiter bien légèrement l'archéologie. Certes, je suis de son avis, et, s'il n'avait pas fait une omission, je n'emploierais jamais le mot *malnovaĵo* qu'en jetant un regard anxieux du côté de l'Académie des Inscriptions et Belles Lettres, dont les foudres ne pourraient manquer de m'atteindre; mais il me suffit d'ouvrir le dictionnaire Esperanto pour y trouver la racine *antikva*, de laquelle je fais immédiatement le mot *antikvaĵo*, et ce dernier mot a certainement toute la noblesse désirable pour l'archéologue le plus chatouilleux.

« Prenons maintenant le mot *vortaro*. Il signifie *ensemble de mots*, d'après les règles de dérivation de l'Esperanto, et on le traduit par dictionnaire. M. Raveau nous dit : Il y a beaucoup d'ensembles de mots qui ne sont pas des dictionnaires; les dictionnaires sont quelque chose de bien autrement complexe qu'un ensemble de mots; il y a des dictionnaires de toute espèce.

« C'est une objection qui vient, en effet, à l'esprit quand on a sur l'Esperanto quelques notions vagues, et qui s'évanouit quand on l'a un peu pratiqué. L'Esperanto donne des règles de dérivation nettes par affixes et composition des mots, et les commençants lui demandent volontiers, à cause de cela, la rigueur mathématique de tous les mots, et la suppression de tout effort de mémoire. Cela remplacerait l'effort de mémoire par un autre effort, bien plus puissant, de raisonnement. Je vais tâcher de le montrer maintenant, et de faire ressortir que l'Esperanto a su s'assouplir comme il le devait pour être pratique.

« Si l'on voulait faire de la Physique une branche des Mathématiques, on ferait une grosse erreur, et l'on ferait une véritable absurdité, cependant, si on voulait la priver de leur secours. De même en Linguistique, on peut faire un admirable usage des affixes à sens bien net; il serait absurde de leur demander à chaque instant la précision absolue.

« En Esperanto, jamais un mot composé avec des radicaux existants et des affixes grammaticaux n'est un barbarisme. Il peut être mal pensé, mais ce n'est pas au nom de la grammaire qu'il sera proscrit, ce sera au nom du bon sens. Dans ces conditions, on pourrait faire une langue avec infiniment peu de racines, et en les combinant convenablement, en mots composés ayant seulement quelques lignes chacun de longueur, on pourrait faire quelque chose d'une indiscutable précision. Je n'ai pas besoin d'insister pour montrer qu'on arrive ainsi à l'absurde. Il faut savoir sacrifier la rigueur mathématique dans les limites utiles.

« Une langue construite mathématiquement ne s'adresserait qu'au raisonnement en négligeant de parti pris tout le secours qui peut lui être apporté par la mémoire. Cela seul nous montre qu'il serait ridicule de nous priver de l'aide de ce puissant auxiliaire. Demandons-lui un effort qui ne le fatigue pas, ou qui le fatigue le moins possible, mais ne surchargeons pas le raisonnement sous prétexte de décharger un peu la mémoire. En nous servant des deux, au contraire, nous pourrons arriver à une utilisation rationnelle de notre intelligence; chacune des deux facultés, travaillant à un taux raisonnable, travaillera bien, comme un muscle auquel on peut demander de soutenir sans fatigue un long effort modéré et qu'on ruinerait rapidement en augmentant cet effort, même très peu.

« La meilleure langue sera donc celle qui saura s'arrêter au juste point dans le sens de la composition des mots, qui saura demander à chaque instant à la mémoire ce que j'oserai appeler son effort de rendement maximum, en demandant le pareil au raisonnement.

« Prenons les exemples de *vortaro* (dictionnaire); *ŝiparo* (flotte); *vagonaro* (train de chemin de fer). Ce sont les dérivés collectifs les plus simples de *vorto* (mot); *ŝipo* (navire); *vagono* (vagon). Fallait-il leur laisser un sens indéterminé? Ils auraient alors servi bien rarement, et l'on aurait dû, pour exprimer les idées ci-dessus traduites, les compliquer extrêmement en leur enlevant par le fait même la généralité. Zamenhof a alors pensé qu'en choisissant parmi les collections désignées les plus utiles, il demanderait à la mémoire un bien faible effort, au prix duquel il arriverait à avoir des mots d'un sens assez général, tout en étant cependant assez restreint pour fixer notablement l'idée et aider le raisonnement. Je mets en fait, pour l'avoir éprouvé moi-même, qu'il suffit, ayant lu la grammaire Esperanto, d'avoir vu une fois un des mots ci-dessus pour n'en plus oublier le sens. Ces mots, sans spécification, auraient été inutilisables par trop grande généralité; une petite définition arbitraire, très aisée à retenir parce qu'elle est rationnelle, en fait des outils simples et d'un usage quotidien, par cela même qu'il leur reste une généralité utile.

« En somme, une bonne langue ne doit pas être rigoureusement mathématique. Quand on cherche à relier toujours le mot à l'idée par la relation de nécessité et suffisance, on tombe souvent dans l'absurde, en privant le raisonnement du concours si utile de la mémoire; on tombe dans un excès contraire à celui où sont tombées nos langues nationales actuelles, qui demandent trop à la mémoire, en la mettant même parfois en contradiction avec le raisonnement. Il faut se servir de certaines conventions comme celles des affixes et de la composition des mots, mais il faut savoir ne pas s'y asservir. Certes, c'est là une délicate question de tact, qui devra évoluer dans le cours des siècles en même temps que les idées à exprimer elles-mêmes, et que la mentalité de l'espèce humaine. Mais, quand on jette un coup d'œil sur les diverses langues existantes, nationales ou artificielles, on demeure convaincu que la limite juste a été trouvée par Zamenhof, et que celui-ci a véritablement créé un engin remarquable pour exprimer la pensée du XXe siècle. Bien des personnes ont fait à l'Esperanto des critiques, mais ce qui est remarquable, c'est que chacun en adresse de différentes. Zamenhof lui-même reconnaît qu'on peut trouver à sa langue des imperfections; mais il n'a pas voulu chercher à faire l'ange, craignant fort de ne faire que la bête, et il a créé un outil à exprimer, je dirai même à fixer la pensée, qui est — malgré quelques imperfections *nécessaires* — excellent. »

André Broca,
Professeur agrégé à la Faculté de Médecine.

Nous avons tenu à placer sous les yeux de nos lecteurs les deux lettres qui précèdent, afin de leur permettre de se former sur l'Esperanto une opinion raisonnée. Nous pensons que les objections de M. Raveau et les réponses de MM. Fruictier et Broca leur donneront une idée suffisante des arguments qui peuvent être fournis à l'encontre ou en faveur de la nouvelle langue internationale, et nous considérons maintenant comme close la discussion qui s'est élevée dans nos colonnes.

UNE NOUVELLE ESPÈCE DE RADIATIONS

LES RAYONS N

En prenant possession du fauteuil présidentiel de la Société française de Physique pour l'année 1902, M. Henri Poincaré félicitait les membres de cette Société. C'est vraiment, remarquait-il, une grande source de joie, de pure satisfaction intellectuelle, que d'être à même de suivre les progrès fantastiques de la Science physique, en ce début du XXe siècle.

Certes, depuis quelques années, les physiciens sont favorisés. Après les admirables travaux sur la radio-activité, qui ont ému le monde savant au point que cette émotion a gagné le public, alors que l'attention de tous les chercheurs était attirée vers le mystère que comporte encore cette propriété nouvelle de la matière, les physiciens eurent, au mois de mars 1903, la surprise d'apprendre que M. René Blondlot venait de découvrir, dans l'émission de nombreuses sources, et en particulier du Soleil, une nouvelle espèce de radiations, qui venaient se ranger dans le spectre solaire au-delà de l'ultra-violet, dans la région des petites longueurs d'onde. Entre autres propriétés intéressantes, ces radiations agissent sur l'acuité visuelle. Cette remarque mit alors M. Augustin Charpentier à même de s'apercevoir que l'organisme — et particulièrement les muscles et les nerfs en état de fonctionnement — émet des radiations, dites « physiologiques », ayant de nombreux points de ressemblance avec celles de M. Blondlot. De plus, l'organisme réagit sous l'action, soit des rayons de Blondlot, soit des radiations physiologiques.

Un grand nombre de problèmes, tant de Physique que de Physiologie, se trouvaient donc soulevés par les découvertes des savants professeurs de l'Université de Nancy. La *Revue générale des Sciences* a jugé intéressant de donner à ses lecteurs un résumé des résultats acquis dans cette voie, et surtout de permettre aux chercheurs, en les mettant, avec quelque détail, au courant de la technique des *rayons N*[1], d'aborder cette question qui, en quelques mois, est devenue passionnante, et qui paraît vraiment grosse de conséquences et d'applications[2].

I. — Historique de la découverte.

Nous croyons devoir commencer par résumer la genèse de la découverte de M. Blondlot. C'est un exemple typique d'application de la méthode scientifique, avec emploi combiné de l'induction et de l'expérience, s'apportant constamment un mutuel appui, et coopérant à la découverte de la vérité.

C'est sous l'impression, déjà ancienne, que lui avait causée la lecture du Mémoire de M. P. Curie[1] : « Sur la Symétrie dans les phénomènes physiques », que M. Blondlot entreprit les recherches exposées dans sa Note[2] « Sur la Polarisation des rayons X », recherches qui le conduisirent à la découverte des rayons N.

Dans son Mémoire, M. Curie énonce le principe

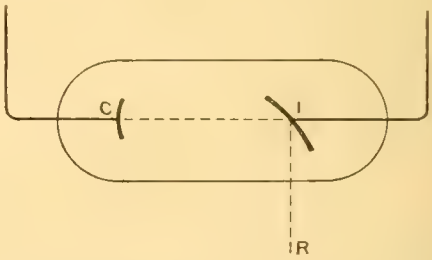


Fig. 1. — *Polarisation du faisceau émis par un tube focus.* — C, cathode; I, anticathode. Le plan CIR est un plan singulier pour le faisceau IR.

suivant : « Lorsque certains effets révèlent une certaine dissymétrie, cette dissymétrie doit se retrouver dans les causes qui leur ont donné naissance ». De sorte que, si les conditions dans lesquelles un phénomène se produit présentent un certain degré de dissymétrie, il n'est pas impossible que ce phénomène présente le même degré de dissymétrie ; mais cela n'est pas sûr. Malgré le caractère dubitatif de cette conséquence, le principe de symétrie constitue un précieux instrument de découverte. Voici l'application que M. Blondlot en a faite :

Si l'on considère un tube focus (fig. 1), par chacun des rayons émis par l'anticathode I passe un plan singulier : c'est celui qui contient le rayon émis IR et le rayon cathodique CI qui lui a donné naissance. C'est justement là la condition de

[1] « Du nom, dit M. Blondlot, de la ville de Nancy, à l'Université de laquelle ces recherches ont été faites. »

[2] Il sera permis à l'auteur de cet article d'exprimer ici sa profonde gratitude aux savants qui lui ont, à l'Université de Nancy, ouvert leurs laboratoires, et qui lui ont montré, avec une complaisance inépuisable, toutes leurs expériences. Que M. le Doyen Bichat, M. Blondlot, M. Charpentier, M. Gutton veuillent bien trouver ici ses très sincères remerciements.

[1] P. Curie : *Journal de Physique* (3), t. III, p. 393 (1894).

[2] R. Blondlot : *C. R.*, t. CXXXVI, p. 284 (février 1903).

dissymétrie nécessaire pour que le faisceau émis par l'anticathode puisse être polarisé; M. Blondlot s'est proposé de rechercher, par l'expérience, si cette condition *nécessaire* ne serait pas *suffisante*. A cet effet, il a utilisé, comme analyseur propre à déceler l'état de polarisation du faisceau, une petite étincelle électrique jaillissant entre deux pointes métalliques, telle qu'il en avait déjà employé dans ses expériences sur la vitesse de propagation des rayons X; cette étincelle possède la dissymétrie nécessaire pour pouvoir servir d'analyseur, sans que l'on puisse savoir à l'avance si cette dissymétrie est suffisante. Or, si l'on place l'étincelle sur le trajet du faisceau IR, et si on la fait tourner autour de IR dans un plan normal à ce faisceau, on constate qu'elle subit des variations d'éclat : cet éclat est maximum quand l'étincelle est dirigée parallèlement à CI et minimum lorsqu'elle est dirigée normalement à CI. Le plan CIR est donc, pour le faisceau IR, un *plan d'action* sur l'étincelle; c'est bien là le genre de dissymétrie qui correspond à la polarisation. M. Blondlot, ne soupçonnant pas à cette époque qu'il y eût, dans le faisceau émis par l'anticathode, autre chose que des rayons X, crut avoir démontré l'état de polarisation de ces rayons dès leur émission. Mais il s'aperçut bientôt que, en réalité, les rayons X n'étaient pas en cause dans les expériences précédentes.

Il avait constaté, non seulement que le faisceau émis par l'anticathode possède un plan de polarisation, mais encore que le quartz, le sucre font tourner ce plan de polarisation. Il essaya alors si une pile de micas de Reusch aurait la même action rotatoire, ce qui se vérifia. Les idées suivantes se succédèrent alors dans son esprit, aussitôt soumises au contrôle de l'expérience, et aussitôt vérifiées : Une seule lame de mica doit produire la polarisation elliptique, et, en effet, elle la produit; le mica est donc biréfringent pour les radiations en jeu; alors, celles-ci doivent subir aussi la réfraction simple, par conséquent être déviées par un prisme, et concentrées par une lentille; l'expérience montre qu'il en est bien ainsi; elles doivent aussi se réfléchir sur un miroir, être diffusées par une surface dépolie : c'est ce que l'on vérifie [1]. Les radiations étudiées, susceptibles de réflexion, de diffusion, de réfraction, ne sont donc pas les rayons X. Comme, d'ailleurs, elles traversent le papier noir, le bois, l'aluminium, et ne produisent ni fluorescence, ni action photographique, il s'agit de radiations non encore signalées. M. Blondlot leur donna le nom de rayons N [2].

Quelles sont les sources qui émettent ces radiations? Quelles sont les propriétés de celles-ci? Nous allons maintenant indiquer les réponses déjà faites à ces questions, non pas sous une forme didactique, trop difficile à atteindre pour un sujet aussi nouveau, mais en essayant cependant de rapprocher les faits semblables, sans respecter l'ordre chronologique.

II. — Sources de rayons N.

Le tube focus n'est pas la seule source de rayons N; ces radiations existent aussi dans l'émission d'un bec Auer, d'un bec de gaz annulaire, d'une lame métallique — en argent, par exemple — chauffée au rouge naissant, d'un arc électrique, d'une lampe Nernst [1]. Cette dernière source est particulièrement intense, et c'est avec les rayons N émis par une lampe Nernst de 200 watts que M. Blondlot a fait la plupart de ses expériences. Le manchon Auer ou le filament de lampe Nernst est placé dans une lanterne de tôle, bien close, et percée, à la hauteur de la source, d'une fenêtre bouchée par une plaque d'aluminium, substance parfaitement transparente pour les rayons N.

Mais la source de ces rayons qui est de beaucoup la plus intense est le Soleil, ce qui rend particulièrement facile en été l'étude des radiations nouvelles [2]. Il suffit de disposer d'une chambre dont la fenêtre, exposée au Soleil, soit close — hermétiquement quant à la lumière — par des volets de bois.

Il est intéressant de remarquer que, parmi toutes les sources ci-dessus énumérées, seuls le tube focus et la lame d'argent présentent le degré de dissymétrie nécessaire pour qu'il y ait lieu de rechercher si le faisceau produit est polarisé [3]; l'expérience a montré que, effectivement, dans ces cas-là, il y a polarisation.

III. — Réactifs des rayons N.

§ 1. — L'Étincelle.

Comment met-on en évidence la production de rayons N? Le premier réactif de ces rayons qui ait été employé est, nous l'avons dit, une très petite étincelle électrique, dont l'éclat est augmenté sous

[1] R. Blondlot : *C. R.*, t. CXXXVI, p. 735 (mars 1903).

[2] C'est à ces rayons N que doivent se rapporter non seulement les expériences de polarisation ci-dessus décrites, mais encore les travaux publiés en 1902 par M. Blondlot « sur la vitesse de propagation des rayons X ». (*C. R.*, t. CXXXV, p. 666, 721, 763 et 1293). Le résultat, que cette vitesse est égale à celle de la lumière, est une vérification de plus, presque superflue aujourd'hui, de la parenté des rayons N avec la lumière.

[1] R. Blondlot : *C. R.*, t. CXXXVI, p. 1120 et 1227 (mai 1903).

[2] R. Blondlot : *C. R.*, t. CXXXVI, p. 1421 (juin 1903).

[3] Pour le cas de la lame d'argent, il s'agit d'un faisceau émis obliquement.

l'influence de ces rayons. Voici comment on produit cette étincelle : Deux cylindres de platine iridié, de $0^{cm},5$ de diamètre, ayant chacun environ 1 centimètre de longueur, sont très soigneusement travaillés au tour, d'abord à la lime, puis avec de

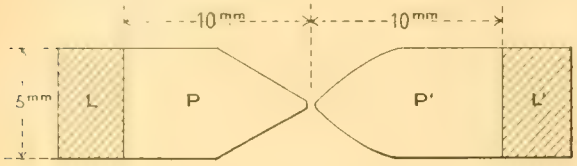


Fig. 2. — *Pointes de platine entre lesquelles jaillit l'étincelle.* — P se termine par un méplat, P' est arrondie. L, L', pièces de laiton amenant le courant. (Le méplat et l'arrondi des pointes P et P' ont été exagérés pour la netteté de la figure.)

l'émeri de plus en plus fin, et finalement polis par frottement sur du bois, de manière à leur donner la forme de la figure 2. Les deux pointes, qui ont chacune environ $0^{cm},5$ de longueur, n'ont pas la même forme : l'une d'elles P est terminée par un méplat, l'autre P' est arrondie. Ces deux pièces de platine sont fixées à de petits cylindres en laiton L, L', sur lesquels sont soudés les fils qui amènent le courant excitateur de l'étincelle. Ce courant est produit par l'appareil d'induction connu sous le nom d'appareil à chariot de du Bois-Reymond, fréquemment employé pour les usages médicaux[1], composé de deux bobines pouvant glisser à volonté l'une dans l'autre : l'une, la primaire, étant alimentée, par l'intermédiaire d'un trembleur, par le courant d'un accumulateur, et l'autre, la secondaire, étant alors le siège de courants induits réglables par le glissement relatif des deux bobines. Ce sont ces courants induits qui font jaillir l'étincelle entre les pointes PP'.

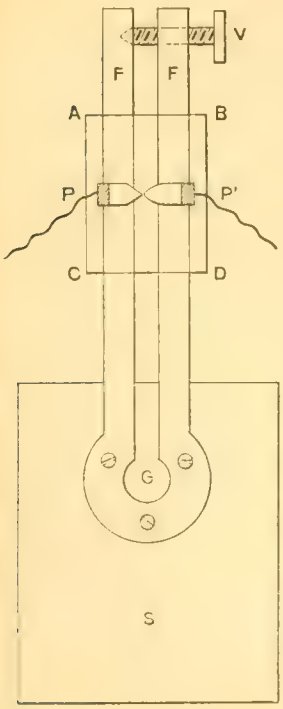


Fig. 3. — *Installation de l'étincelle.* — FGF, support en bois; P, P', pointes de platine; V, vis de réglage; S, support; ABCD, cadre tenant le verre dépoli.

Pour être sensible aux rayons N, cette étincelle doit être extrêmement bien réglée. Il faut qu'elle soit aussi régulière que possible, peu éclatante, et cependant stable; on y parvient en rendant très faible la distance des deux pointes. A cet effet, ces pointes sont mastiquées à la cire Golaz sur les deux branches d'une fourche de bois FGF (fig. 3), et leur distance est réglable par le moyen d'une vis micrométrique V, tournant très bien dans le bois. Avant de se servir de cet instrument, on lave les pointes à l'alcool, on passe entre elles une feuille de papier pour les essuyer et les repolir, puis on règle l'appareil à chariot et la distance explosive, de manière que l'étincelle soit à la fois très faible, très courte, et cependant continue[1].

Dans ces conditions, l'étincelle, placée devant la source de rayons N, la lampe Nernst, par exemple, possède un certain éclat. Si l'on interpose entre elle et la lampe Nernst un écran de papier ou de carton mouillé (l'eau pure est absolument opaque pour les rayons N), cet éclat diminue. Il augmente de nouveau, et l'étincelle devient plus violette, lorsqu'on enlève l'écran. La facilité d'observation de ces variations d'éclat est augmentée lorsqu'on fixe devant l'étincelle, à environ 2 centimètres de distance, un morceau de verre dépoli soutenu par un cadre ABCD ; on apprécie les variations d'aspect de la tache lumineuse produite par l'étincelle sur ce verre dépoli avec plus d'aisance que les variations d'éclat de l'étincelle elle-même.

Par ce qui précède, on se rend compte des difficultés que présente l'emploi de l'étincelle comme réactif des rayons N. Ce procédé est très intéressant parce que, comme nous le verrons plus loin, c'est le seul qui ait permis de photographier les effets des rayons N; mais la délicatesse de son emploi a conduit M. Blondlot à chercher, pour les usages courants, des procédés plus faciles à mettre en œuvre[2].

§ 2. — Les corps incandescents.

Il s'est d'abord demandé si la sensibilité de l'étincelle aux rayons N est due à ses propriétés électriques, ou si l'incandescence d'une petite masse gazeuse intervient seule. Cette dernière supposition paraît exacte, car une flamme de gaz extrêmement petite, ayant environ 1 millimètre de long, bleue, comme celle que fournit un chalumeau à trou très fin, dans lequel on ne fait pas arriver d'air, devient plus lumineuse lorsqu'elle est soumise à l'action des rayons N. Il y a, comme pour l'étincelle, avantage à observer cette flamme à travers un verre dépoli.

Non seulement les gaz, mais aussi les solides incandescents sont sensibles aux rayons N : Un fil de platine, porté au rouge sombre par un courant, et observé à travers un verre dépoli, manifeste,

[1] R. Blondlot : *C. R.*, t. CXXXVIII, p. 453 (février 1904).
[2] R. Blondlot : *C. R.*, t. CXXXVI, p. 1227 (mai 1903); et t. CXXXVII, p. 166 (juillet 1903).

sous l'action des rayons N, les mêmes variations d'éclat qu'une petite flamme ou qu'une petite étincelle. Il en est de même d'une lame mince de platine, portée au rouge sombre par une petite flamme de gaz : elle devient plus éclatante quand on concentre sur elle des rayons N.

§ 3. — Le sulfure de calcium.

Un autre réactif, d'un emploi extrêmement commode, et qui est devenu, pour M. Blondlot, le détecteur de rayons N le plus recommandable, est le sulfure de calcium phosphorescent. Ce corps, étalé en couche mince sur un écran[1], et rendu phosphorescent par insolation, subit dans l'obscurité, lorsqu'il est soumis aux rayons N, un accroissement de luminescence qui devient sensible pour tout œil un peu exercé.

Il est bon, pour faire ces observations, de prendre quelques précautions qu'il ne sera pas inutile de signaler aux expérimentateurs débutants. Il arrive assez fréquemment que l'observateur, en regardant le sulfure de calcium phosphorescent, ait l'impression que celui-ci subit, spontanément, de très notables variations d'éclat. Ces apparences sont dues à ce que l'œil n'est pas assez accoutumé à l'obscurité, ou est fatigué, ou, le plus souvent, fait un effort trop grand en fixant l'écran de sulfure; il convient de se placer bien en face de l'écran, sur une normale à celui-ci, à une distance variable avec la vue de l'observateur et la luminosité du sulfure, et de regarder un peu vaguement, de manière à être impressionné par l'écran phosphorescent, sans le fixer. Une remarque très générale, qui s'applique aussi aux autres modes d'observation des rayons N, est que l'œil est presque toujours plus sensible aux diminutions qu'aux augmentations de luminosité. On s'aperçoit d'ailleurs bien vite, à l'usage, qu'il y a une intensité de la phosphorescence qui fournit la plus grande sensibilité, c'est-à-dire pour laquelle les variations d'intensité sont particulièrement sensibles à l'œil : si l'écran est plus éclatant, ou s'il l'est moins, l'œil apprécie moins facilement des variations qu'il observe nettement pour l'intensité *optimum*.

Comme écran récepteur, on se sert de carton ou de papier noir sur lequel le sulfure de calcium est étalé, de manière à former des figures variables à volonté. On peut utiliser, assez commodément, une ligne de taches circulaires, peu éloignées l'une de l'autre; par exemple, un diamètre de 6 millimètres et un écartement de 2 millimètres donnent d'assez bons résultats (fig. 4). On peut encore employer la figure formée par deux pointes très aiguës, recouvertes de sulfure de calcium, et peu éloignées l'une de l'autre (fig. 5); lorsqu'elles augmentent d'éclat, elles paraissent se rapprocher. Enfin, s'il s'agit de localiser avec précision un pinceau de rayons N, on se sert d'un carton mince percé d'une fente très étroite dans laquelle on a tassé du sulfure de calcium, dont les variations d'éclat sont appréciables, même pour un observateur peu exercé, avec une sûreté remarquable (fig. 6).

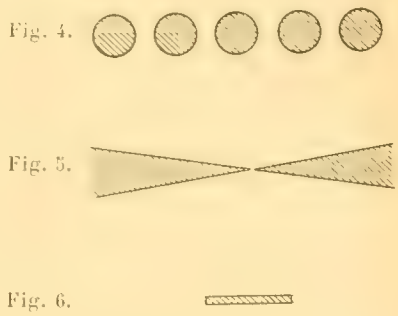


Fig. 4, 5, 6. — *Différentes formes d'écrans au sulfure de calcium.*

On peut souvent, lorsqu'il s'agit d'observer un phénomène assez intense, se contenter d'employer un écran de 3 à 4 cent. carrés de surface, uniformément recouvert de sulfure. Un dispositif, qui paraît propre à impressionner les expérimentateurs les moins exercés, consiste à poser sur un large écran de sulfure de calcium phosphorescent un objet à contours bien découpés (fig. 7). On se place à quelque distance de l'écran, de manière à ne plus voir ces contours avec une parfaite netteté ; si

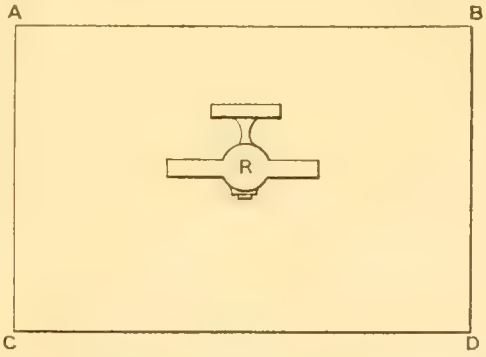


Fig. 7. — Un objet R, à contours bien arrêtés, étant placé sur l'écran phosphorescent ABCD, se détache plus nettement lorsque l'écran est soumis à l'action des rayons N.

l'on fait alors tomber des rayons N sur l'écran, la netteté revient, la silhouette de l'objet se détache beaucoup mieux sur le fond phosphorescent; dès que les rayons N sont détournés de l'écran, les contours de l'objet redeviennent *flous*[1].

Dans le même ordre d'idées, M. Charpentier a proposé, pour déceler les rayons N, d'employer un

[1] On délaie du sulfure de calcium dans du collodion bien fluide, et on étale ce liquide, en plusieurs couches minces successives, sur du carton ou du papier.

[1] Signalons, dès à présent, que les variations d'éclat du sulfure de calcium, sous l'influence des rayons N, ne se manifestent qu'avec un certain retard. Nous verrons l'explication de ce fait à propos de l'emmagasinement des rayons N.

écran de platinocyanure de baryum rendu fluorescent par le voisinage d'un sel de radium[1]. En plaçant celui-ci à des distances variables, on peut régler la luminosité de l'écran à sa valeur optimum. Afin d'éviter les complications que pourrait introduire le rayonnement du radium, M. Charpentier est d'ailleurs revenu à l'écran de sulfure de calcium; il le monte quelquefois (fig. 8) sur un bouchon de liège B à l'extrémité d'un tube de plomb T,

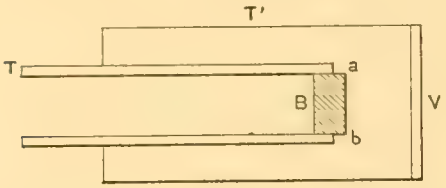


Fig. 8. — *Dispositif Charpentier pour étudier les rayons N.* — T, tube de plomb; B. bouchon de liège recouvert de sulfure de calcium sur sa face *ab*; T', tube coulissant sur T; V, verre dépoli.

entouré lui-même d'un autre tube à coulisse T' qui porte un verre dépoli V ce qui permet, grâce à la coulisse, de faire varier la sensibilité de l'écran phosphorescent, ou plutôt de la tache qu'il produit sur le verre dépoli.

Il importait de s'assurer que toutes les actions précédentes sur l'étincelle, la flamme, le platine incandescent, et le sulfure de calcium phosphorescent, ne sont pas dues à une élévation de température. M. Blondlot l'a vérifié, d'abord par l'emploi d'une pile thermoélectrique et d'un galvanomètre à cuirasse, dans les conditions d'extrême sensibilité indiquées par M. H. Rubens, ensuite en s'assurant directement que les rayons N ne produisent aucune modification appréciable dans la résistance électrique du fil de platine incandescent dont ils accroissent l'éclat.

§ 4. — Les corps peu éclairés.

Ce qui précède établit nettement que la lumière émise par de nombreuses sources augmente d'éclat lorsque ces sources sont soumises aux rayons N. Est-il nécessaire, pour constater un semblable effet, d'utiliser une véritable source de lumière, c'est-à-dire un corps ayant une luminosité propre, ou la propriété s'étend-elle aux corps éclairés, qui ne font que renvoyer la lumière provenant d'une source extérieure? La réponse à cette question est fournie par l'expérience suivante[2] : Une bande de papier blanc, longue de 15 millimètres et large de 2 millimètres, est faiblement éclairée dans une salle obscure; si l'on fait tomber sur elle des rayons N, elle augmente d'éclat et de netteté; lorsqu'on supprime l'action des rayons N, le morceau de papier redevient moins net et plus sombre. Il s'agit, dans cette expérience, de lumière diffusée; il était naturel de chercher si la lumière régulièrement réfléchie par une surface polie était également accrue par les rayons N. On a vérifié qu'il en est bien ainsi en employant comme surface réfléchissante, soit une aiguille d'acier, soit un miroir en bronze poli.

Cet accroissement d'éclat que prennent, sous l'influence des rayons N, des corps faiblement éclairés, permet à M. Blondlot d'utiliser, comme réactif des rayons N, un morceau de craie, par exemple, qui se détache faiblement sur un fond sombre dans une pièce où il arrive peu de lumière.

IV. — Influence des rayons N sur l'émission de lumière.

Les divers effets des rayons N, que l'on vient d'exposer, ne se produisent dans le sens qui a été décrit que si l'on observe normalement — ou à peu près — l'écran qui émet de la lumière, ou qui la diffuse. En observation très oblique, presque tangentielle, les effets observés sont exactement contraires : le sulfure de calcium phosphorescent paraît alors moins lumineux, quand il est soumis aux rayons N, que lorsqu'il est soustrait à leur action[1]. Il semble donc que l'effet des rayons N soit de modifier la distribution de la lumière, en concentrant au voisinage de la normale la lumière émise par le corps qui est soumis à leur action (fig. 9); il y a ainsi accroissement d'éclat quand on regarde normalement, et diminution si on regarde tangentiellement. En regardant obliquement, les phénomènes sont peu intenses, car l'effet change de signe en passant par zéro; et c'est une des raisons pour lesquelles les expériences sur les rayons N ne peuvent pas être vues simultanément par un grand nombre d'observateurs.

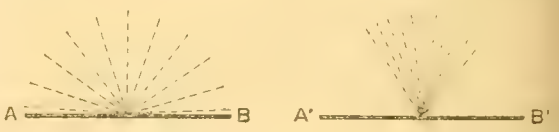


Fig. 9. — *Influence des rayons N sur la distribution de la lumière émise par un écran phosphorescent.* — AB n'est pas soumis à l'action des rayons N. A'B' y est soumis.

V. — Enregistrement photographique.

Les différentes actions des rayons N, décrites jusqu'ici, exigent, pour être observées, l'emploi

[1] Aug. Charpentier : *C. R.*, t. CXXXVII, p. 1049 (décembre 1903).

[2] R. Blondlot : *C. R.*, t. CXXXVII, p. 684 (novembre 1903).

[1] R. Blondlot : *C. R.*, t CXXXVIII. p. 547 (février 1904).

de l'œil. Or, il était intéressant d'avoir des effets objectifs de ces rayons; cela présentait *a priori* une certaine difficulté puisque les rayons N n'ont pas d'action photographique; mais M. Blondlot y est parvenu en enregistrant sur la plaque photographique les variations d'éclat que ces rayons font subir à l'étincelle[1]. Peut-être parviendra-t-on à enregistrer de la même manière l'action des rayons N sur le sulfure de calcium phosphorescent; mais, jusqu'à présent, les essais n'ont guère porté que sur l'étincelle, qui offre l'avantage de posséder un grand pouvoir actinique. On pourrait craindre, dans ces photographies, l'effet des variations fortuites qui peuvent survenir dans l'éclat de l'étincelle; aussi M. Blondlot s'est-il mis à l'abri de cette cause d'erreur par une méthode d'opérations *croisées* que nous allons décrire avec quelque détail :

L'étincelle E, réglée avec le soin que nous avons dit, éclate dans une boîte de carton noir FGHI, ouverte seulement du côté de la plaque photogra-

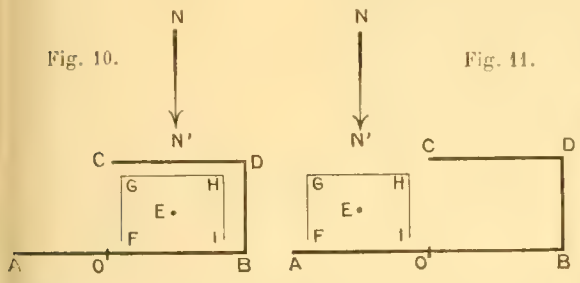


Fig. 10 et 11. — *Photographie de l'étincelle soustraite ou soumise à l'action des rayons N.* — E, étincelle; FGHI, boîte en carton noir; AB, châssis contenant le cliché et entraînant dans ses déplacements l'écran CD; NN', faisceau de rayons N.

phique AB (fig. 10 et 11.) Au châssis qui contient cette plaque, est fixée une feuille de zinc pliée BDC, qui sert à supporter un écran CD, opaque aux rayons N : feuille de plomb ou, mieux, de papier mouillé. Les rayons N, arrivant dans la direction NN', sont, dans la position de la figure 10, interceptés par cet écran, et la moitié OB de la plaque est donc impressionnée par l'étincelle E, soustraite à l'action des rayons N. A une pose de cinq secondes dans cette position, on fait succéder une pose de cinq secondes dans la position de la figure 11, obtenue en faisant glisser vers la droite, de la longueur OA, le châssis porte-plaque et l'écran CD invariablement lié à ce châssis; c'est alors la moitié OA de la plaque qui est impressionnée par l'étincelle, cette fois soumise à l'action des rayons N. Puis on recommence à poser cinq secondes dans la première position, puis encore cinq secondes dans la deuxième, et ainsi de suite jusqu'à concurrence de cent secondes. Les temps sont comptés avec un métronome, et les déplacements du châssis réglés par des glissières et des butoirs. On a ainsi, pour chaque moitié de la plaque, une pose totale de 50 secondes, durée fort

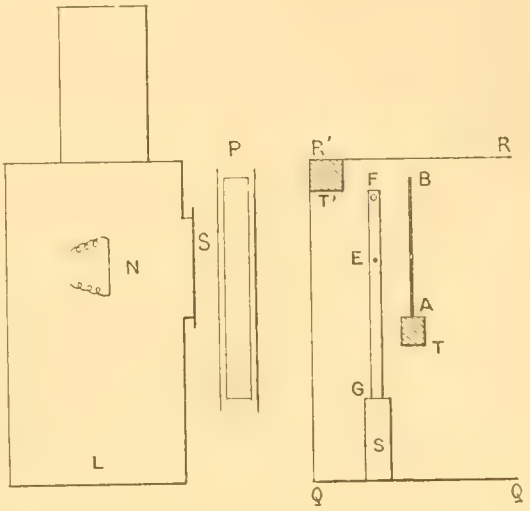


Fig. 12. — *Détail de l'installation photographique (coupe verticale).* — L, lanterne; S, feuille d'aluminium; N, filament de lampe Nernst; P, écrans de bois et de papier; QQ'RR', caisse de bois; SGF, support de l'étincelle E; AB, châssis porte-plaques; T, T', glissières du châssis.

convenable pour avoir une bonne impression photographique, et grâce au fractionnement et au croisement de ces temps de pose, on est dans les meilleures conditions pour discerner avec sûreté les effets des rayons N. Les figures 12 et 13 donnent les détails de l'installation photographique. La reproduction (fig. 14) d'un cliché obtenu en prenant comme source de rayons N une lampe Nernst,

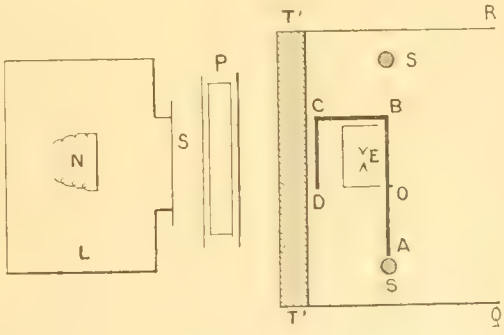


Fig. 13. — *Détail de l'installation photographique (coupe horizontale).* — Voir la légende de la figure 12; CD, écran entraîné par le châssis AB; SS, butoirs limitant la course du châssis.

et comme écran une feuille de papier mouillé, montre nettement la différence d'impression causée par l'étincelle suivant qu'elle est, ou non, soumise aux rayons N.

[1] R. Blondlot : *C. R.*, t. CXXXVI, p. 1120 (mai 1903) et t. CXXXVIII, p. 453 (février 1904).

VI. — Etude des radiations N.

§ 1. — Mesure des indices.

Lorsqu'on fait tomber sur un prisme d'aluminium un faisceau bien défini de rayons N, on observe que ce faisceau est dispersé. On peut constater la formation d'un spectre de bandes étroites, et la mesure des déviations correspondant à ces diverses bandes permet de déterminer les indices correspondants[1]. La figure 15 montre quel est le dispositif adopté : Le faisceau de rayons N émis par la lampe Nernst sort de la lanterne par la fenêtre d'aluminium S; il traverse ensuite une planche de bois, une feuille d'aluminium et deux feuilles de papier noir; puis il est limité par un écran de carton mouillé E dans lequel on a percé, vis-à-vis du filament de la lampe Nernst, une fente F ayant 5 millimètres de largeur sur 35 millimètres de hauteur. Ce faisceau rencontre normalement un prisme d'aluminium A, obtenu en fondant un morceau de ce métal pur, puis le polissant avec le plus grand soin à l'émeri, puis au colcothar. Si l'on déplace, dans un plan L quelconque, de l'autre côté du prisme, un écran de carton percé d'une fente très étroite (1 millimètre de largeur sur 10 millimètres de hauteur), remplie de sulfure de calcium rendu phosphorescent, on s'aperçoit que, pour certaines positions de la fente, l'éclat de celle-ci passe par un maximum très net : ces maxima correspondent aux divers faisceaux dispersés. La déviation Δ se détermine aisément par sa tangente $\frac{d}{D} = \frac{MP}{IP}$, et l'indice est fourni par la formule de Descartes :

$$n \sin A = \sin (A + \Delta),$$

A désignant l'angle du prisme.

Afin de montrer avec quelle sûreté on détermine la position des faisceaux de rayons N dispersés,

Fig. 14. — *Photographie de l'étincelle.* — A droite, impression produite par l'étincelle soumise aux rayons N émis par la lampe Nernst à travers une planche de bois, deux lames d'aluminium, et une feuille de papier noir. A gauche, impression produite par l'étincelle protégée de l'action des rayons N par un écran de papier mouillé.

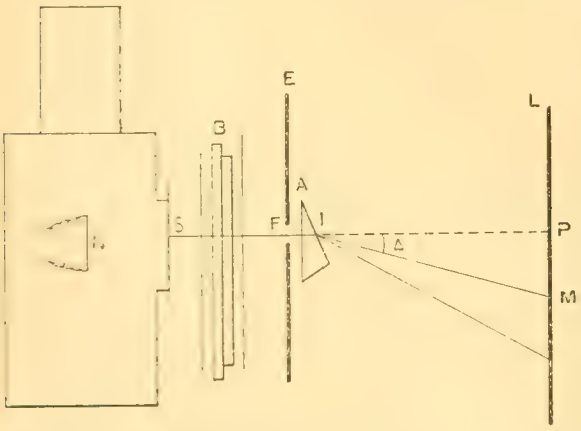


Fig. 15. — *Mesure des indices de réfraction.* — N, filament de lampe Nernst; B, lame d'aluminium, plaque de bois, feuilles de papier; E, écran de carton mouillé avec fente F; A, prisme d'aluminium; L, écran muni d'une fente fine contenant du sulfure de calcium.

Tableau I. — *Exemple d'une étude de la dispersion de l'aluminium.*

d	$\Delta = \text{arctg}\frac{d}{D}$	$n = \frac{\sin(A+\Delta)}{\sin A}$	Indices d'après Blondlot
millim.			
2,8	1°26′	1,04	1,04
14,5	7 28	1,23	1,196
20,4	9 56	1,31	1,287
22,3	10 53	1,35	1,36
26,6	12 54	1,40	1,40
32,4	15 36	1,48	1,483
48,3	22 36	1,66	1,677
68,5	30 33	1,85	1,854

[1] R. Blondlot : *C. R.*, t. CXXXVIII, p. 125 (janvier 1904).

M. Bichat a bien voulu faire, à ma demande, quelques déterminations rapides, ayant pour but plutôt la fixation de points de repère dans le spectre de l'aluminium que la mesure des indices. Voici (Tableau I) le résultat de ces expériences faites, très rapidement, avec un prisme d'angle A = 27°15′ et une distance D = 116 centimètres. Les distances *d* ont été évaluées à 1 millimètre près. La dernière colonne du tableau contient les indices déterminés antérieurement par M. Blondlot.

Les indices, déterminés par la méthode du prisme, peuvent se contrôler par la mesure des distances focales d'une lentille. M. Blondlot a utilisé à cet effet une lentille plan-convexe, en aluminium, soigneusement polie, dont le diamètre est 7 centimètres, et le rayon de courbure $6^{cm},63$.

§ 2. — Mesure des longueurs d'onde.

La longueur d'onde des radiations nouvelles se détermine par la méthode des réseaux. On disperse,

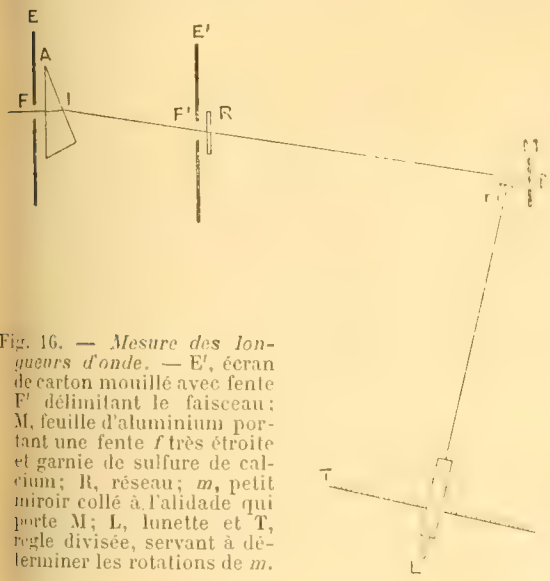


Fig. 16. — *Mesure des longueurs d'onde.* — E′, écran de carton mouillé avec fente F′ délimitant le faisceau; M, feuille d'aluminium portant une fente *f* très étroite et garnie de sulfure de calcium; R, réseau; *m*, petit miroir collé à l'alidade qui porte M; L, lunette et T, règle divisée, servant à déterminer les rotations de *m*.

par un prisme d'aluminium, le faisceau de rayons N émis par une lampe Nernst (dispositif de la fig. 15), et, à l'aide d'un écran E′ de carton mouillé percé d'une fente étroite F′ (fig. 16), on isole le faisceau simple que l'on veut étudier, en arrêtant les autres. Un écran M, formé par une feuille d'aluminium dans laquelle on a ménagé une fente *f* extrêmement étroite $\left(\frac{1}{15}\text{ de millimètre}\right)$, garnie de sulfure de calcium phosphorescent, est monté sur l'alidade d'un goniomètre dont l'axe de rotation passe par la fente F′ du carton mouillé. Dans ces conditions, on peut, en faisant tourner l'alidade, déplacer à volonté la fente *f* dans le champ.

On place d'abord cette fente exactement sur le faisceau IF′, et cela s'obtient en en cherchant le maximum d'éclat, lequel est parfaitement défini, sans aucune apparence de diffraction. Puis on installe le réseau R contre la fente F′, et, en déplaçant alors l'écran M de part et d'autre de sa position actuelle, on trouve des maxima d'éclat, des *franges de diffraction*, très serrées et équidistantes. Les angles, très petits, dont il faut faire tourner l'alidade (au moyen de la vis de rappel qui la commande) pour passer de l'une de ces franges à une autre, et dont on a besoin pour déterminer la longueur d'onde, sont mesurés par la méthode de réflexion : un petit miroir plan *m* est collé sur le côté de l'alidade, et l'on vise avec une lunette L l'image, dans ce miroir, d'une règle divisée T. Les franges étant très serrées, on mesure, non pas l'écart angulaire de deux franges consécutives, mais celui de deux franges symétriques d'un ordre élevé, par exemple de la dixième frange à droite et de la dixième frange à gauche.

On a opéré avec trois réseaux portant respectivement 200, 100 et 50 traits par millimètre, et les résultats furent les suivants (Tableau II) :

TABLEAU II. — *Longueurs d'onde des rayons N.*

INDICE	RÉSEAU EMPLOYÉ au $\frac{1}{200}$ de mill.	au $\frac{1}{100}$ de mill.	au $\frac{1}{50}$ de mill.	MOYENNE
	μ	μ	μ	μ
1,04	0,00813	0,00795	0,00839	0,00815
1,19	0,0093	0,0102	0,0106	0,0099
1,50	0,0117	»	»	0,0117
1,68	0,0146	»	»	0,0146
1,85	0,0176	0,0171	0,0184	0,0176

Ces mesures ont été contrôlées par la méthode des anneaux de Newton. L'appareil producteur d'anneaux est monté sur le chariot de La Provostaye et Desains, et l'on détermine d'abord, en lumière jaune (raie D), le déplacement qu'il faut lui faire subir pour que, en visant un point déterminé, on voie se succéder en ce point les deux extrémités du diamètre d'un anneau. Remplaçant alors la lumière jaune par les rayons N, et la lunette par une fente à sulfure de calcium phosphorescent, on donne au chariot le même déplacement que dans l'expérience précédente, puis, observant les variations périodiques d'éclat que subit le sulfure de calcium, on compte ainsi les anneaux rencontrés pendant ce déplacement; leur nombre est le rapport de la longueur d'onde de la lumière jaune à celle des rayons N. Ce procédé n'est pas très précis parce que, pour que les anneaux formés par les rayons N ne soient pas trop serrés, il faut que les anneaux en lumière jaune soient assez larges, ce qui fait que leur position est mal définie. Cependant, il a fourni

une très bonne vérification des mesures plus précises faites par la méthode des réseaux[1].

On remarquera que les longueurs d'onde et les indices des rayons N varient dans le même sens, c'est-à-dire que l'aluminium présente, pour ces radiations, le phénomène de la dispersion anomale.

Ajoutons que, tout récemment, M. H. Bagard a annoncé que, par réflexion sur une lame de verre poli, il avait pu polariser les rayons N émis par une lampe Nernst. Il a, de plus, constaté qu'un tel faisceau polarisé subit, en traversant une lame d'Al ou de CS^2, le phénomène de la polarisation rotatoire magnétique[2].

VII. — Rayons N_1.

En explorant avec la fente de sulfure de calcium phosphorescent le spectre que donne, à travers le prisme d'aluminium, le faisceau de rayons émis par la lampe Nernst, M. Blondlot a trouvé que, dans la région très peu déviée du spectre, il existe cer-

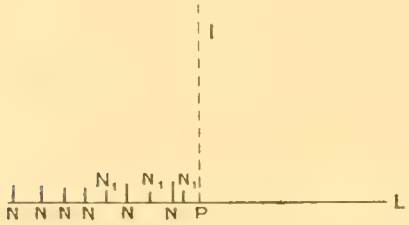


Fig. 17. — *Répartition des faisceaux N et N_1 dans le spectre fourni par un prisme d'aluminium.* — IP, direction du faisceau incident.

tains azimuts dans lesquels l'éclat de la fente diminue sous l'action des rayons, et augmente, au contraire, quand on les intercepte[3]. Il y a ainsi, dans le rayonnement de la lampe Nernst, des rayons, distincts des rayons N, que M. Blondlot appelle *rayons N_1*, et qui ont sur la luminosité du sulfure de calcium un effet exactement contraire à celui des rayons N. Quand on suit le spectre de l'aluminium, à partir du point P (fig. 15), qui définit la direction du faisceau incident, on rencontre trois faisceaux N_1, formant deux intervalles dans chacun desquels se trouve un faisceau N; au-delà, on ne trouve plus que des faisceaux N (fig. 17).

[1] Dès que M. Blondlot eut annoncé qu'une source de rayons N donne dans une lentille plusieurs foyers, M. Sagnac pensa que ces foyers étaient des maxima de diffraction produits par une seule radiation simple, et non pas de véritables foyers dus à la complexité du rayonnement. Partant de cette hypothèse, il en déduisit que la longueur d'onde de cette radiation devait être de l'ordre de $0^{mm},2$ (*Journal de Physique*, (4), t. II, p. 553). Cette interprétation apparaît maintenant comme erronée, puisque des expériences directes ont établi la complexité du rayonnement, et fourni les longueurs d'onde de ses diverses parties.

[2] H. Bagard : *C. R.*, t. CXXXVIII, p. 565 (février 1904).

[3] R. Blondlot : *C. R.*, t. CXXXVIII, p. 545 (février 1904).

Si l'on construit la courbe qui représente les variations simultanées de l'indice et de la longueur d'onde des rayons N, on trouve que les points relatifs aux rayons N_1 se placent, eux aussi, sur cette courbe.

VIII. — Relations entre les rayons N et la matière.

§ 1. — Transparence et opacité.

Le pouvoir pénétrant des rayons N est très grand; un grand nombre de substances se laissent traverser par eux, à la condition, toutefois, que les surfaces en soient bien polies. En effet, on a vu que ces radiations ont une très petite longueur d'onde, de l'ordre de $0\mu,01$, de sorte que des aspérités, qui seraient de peu d'importance pour des rayons lumineux, et n'en modifieraient pas la propagation, peuvent fort bien provoquer la diffusion des rayons N.

Nous avons déjà dit que l'eau *pure* est tout à fait opaque pour les rayons N : il suffit d'une feuille de papier à cigarettes mouillée pour arrêter complètement le rayonnement d'un bec Auer ou d'une lampe Nernst. Au contraire, l'eau salée est parfaitement transparente. De même, les rayons N traversent le bois, le papier, le quartz, le sel gemme, le verre sous une épaisseur de $1^m,50$, de grosses plaques d'aluminium, le laiton sous une épaisseur de $0^m,65$, une grande épaisseur de mercure, etc. Le platine, qui est opaque, à froid, sous une épaisseur de $0^{mm},1$, ne l'est plus sous une épaisseur inférieure à $0^{mm},05$.

M. Bichat a déterminé la transparence de diverses substances, et particulièrement des métaux, pour chacun des faisceaux en lesquels un prisme d'aluminium décompose le rayonnement de la lampe Nernst[1]. Ses expériences sont résumées par le tableau III suivant, dans lequel le signe ○ indique la transparence, et le signe ● l'opacité :

Tableau III. — *Transparence de quelques substances pour les divers rayons N.*

Indice	Substances éprouvées (épaisseur en centièmes de millim.)								
	Plomb 10	Cuivre 66	Verre 164	Zinc 76	Argent 300	Or 202	Palladium 50	Nickel 20	Iridium 1[illegible]
1,04	●	●	●	●	○	●	●	●	●
1,196	●	●	●	●	○	●	●	●	●
1,287	●	●	●	●	○	○	●	●	●
1,36	○	●	●	●	○	●	●	●	●
1,40	●	●	●	●	○	●	●	●	●
1,48	○	●	○	○	○	○	●	●	●
1,67	●	○	●	○	○	○	●	●	●
1,85	○	○	○	○	○	○	●	●	●

[1] E. Bichat : *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 548 (fév. 1904).

On voit que, pour certaines radiations, le plomb est transparent; cependant, on a constaté, dans nombre d'expériences, qu'une feuille de plomb ordinaire intercepte les rayons N; cela tient à la couche mince d'hydrocarbonate qui recouvre toujours ce métal; en enlevant cette couche, le plomb devient transparent. On peut s'assurer d'ailleurs qu'une planche de bois, qui est transparente, devient opaque quand on la recouvre d'une couche de céruse; au contraire, le blanc de zinc se laisse traverser par les rayons N.

§ 2. — Emmagasinement.

Il existe un grand nombre de corps qui, soumis aux rayons N, emmagasinent ces rayons, et peuvent ensuite en émettre. Cette propriété fut découverte de la manière suivante : Après avoir concentré sur du sulfure de calcium phosphorescent, au moyen d'une lentille de quartz, les rayons N émis par un bec Auer qui était enfermé dans une lanterne de tôle, M. Blondlot éteignit le bec Auer, et le sortit de la lanterne; il constata que la lanterne et la lentille continuaient à émettre des rayons N, puisque l'interposition d'un écran de papier mouillé entre ces objets et le sulfure de calcium faisait diminuer l'éclat de celui-ci, qui redevenait, au contraire, plus lumineux lorsqu'on supprimait l'écran. On vérifia alors que nombre de corps, exposés aux rayons N, deviennent ensuite des sources qui peuvent être fort actives; tels sont le quartz, le spath, le verre, le spath-fluor, la barytine, un grand nombre de métaux : or, argent, cuivre, zinc, plomb; l'aluminium ne possède pas cette propriété, mais le sulfure de calcium la possède; du sulfure de calcium qui a été insolé devient une source de rayons N.

Et cela permet d'expliquer le retard avec lequel se produisent les variations de luminosité de ce corps, sous l'influence des rayons N : l'emmagasinement progressif de ces rayons par le sulfure de calcium fait que l'accroissement d'éclat de celui-ci ne se produit que peu à peu, et, quand les rayons N cessent d'agir directement, la portion emmagasinée prolonge leur effet, si bien que la diminution d'éclat n'apparaît qu'avec un certain retard [1].

Le phénomène de l'emmagasinement est très général : l'eau salée, l'hyposulfite de sodium, cristallisé ou en solution, le présentent. Cette propriété explique que nombre de corps insolés : briques, cailloux, etc., soient des sources de rayons N. Nous verrons plus loin comment l'emmagasinement par le sulfure de calcium permet d'obtenir commodément des sources de rayons N.

§ 3. — Conduction.

M. Charpentier s'est aperçu que certaines substances, transparentes pour les rayons N, comme le cuivre, l'argent ou le verre, sont susceptibles de *conduire* ces radiations; c'est-à-dire que l'on peut observer, à une extrémité d'un fil de cuivre ou d'une baguette de verre, les effets d'une source de rayons N que l'on approche de l'autre extrémité [1]. M. Bichat a étudié le mécanisme de cette transmission et pense qu'elle peut s'expliquer de la même manière que la transmission de la lumière dans les fontaines lumineuses, en admettant qu'une série de réflexions successives sur les parois du fil transmetteur conduisent les rayons N d'une extrémité à l'autre de ce fil [2]. A l'appui de cette théorie, il apporte les observations suivantes :

C'est bien le fil qui conduit les rayons N, et non le milieu environnant, car la transmission se fait également bien, que le fil soit plongé dans l'air, qui est transparent, ou dans l'eau, qui est opaque pour les rayons N. Seules, les substances transparentes sont capables de conduire ces radiations : la transmission ne se produit pas à travers un tube

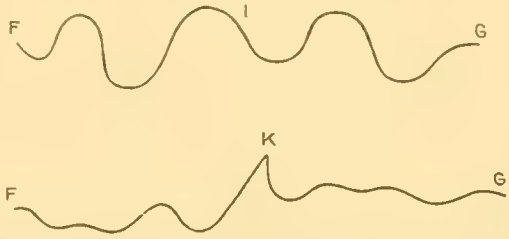


Fig. 18. — *Conduction des rayons N par un fil de cuivre.* — La transmission d'une extrémité à l'autre se fait dans un fil FIG; mais, si le fil présente un coude brusque en K, les rayons N sortent du fil en ce point.

plein d'eau pure; elle se fait, au contraire, avec un tube plein d'eau salée, un fil de cuivre, d'aluminium, une baguette de verre. En y regardant de plus près, on trouve qu'un fil de cuivre ne transmet que les rayons d'indices 1,67 et 1,85, qu'un fil de plomb (à tranches fraîchement coupées) ne conduit que les radiations d'indices 1,36, 1,48, et 1,85, c'est-à-dire, d'après le tableau III, que ces substances ne conduisent que les radiations pour lesquelles elles sont transparentes. Cette transmission se constate, quelle que soit la forme du fil conducteur, à condition que celui-ci ne présente pas d'angles très aigus; avec un fil de cuivre plié à angle aigu, par exemple, on observe que les rayons N ne sont pas conduits jusqu'à l'extrémité de ce fil, mais, au contraire, sortent du fil à l'endroit du coude brusque (fig. 18).

L'expérience suivante rend bien vraisemblable l'hypothèse qu'il se produit une réflexion des

[1] R. Blondlot : *C. R.*, t. CXXXVII, . 729 (novembre 1903)

[1] Aug. Charpentier : *C. R.*, t. CXXXVIII, p. 194 (janvier 1904).

[2] E. Bichat : *C. R.*, t. CXXXVIII, p. 329 (février 1904).

rayons N à l'intérieur du fil conducteur : A l'extrémité d'un fil de cuivre, on place une source de rayons N; on s'aperçoit alors qu'un écran de sulfure de calcium phosphorescent, lorqu'il est placé à l'extrémité du fil, acquiert une luminosité plus grande qu'en toute autre position latérale à ce fil. Puis on oxyde la surface du fil sur une petite longueur en le chauffant dans la flamme oxydante d'un chalumeau; on le laisse refroidir; et l'on observe alors que le sulfure de calcium n'éprouve plus, quand on le met à l'extrémité du fil, l'accroissement d'éclat constaté avant l'oxydation : il n'y a plus transmission; au contraire, en déplaçant l'écran le long du fil, on s'aperçoit que le sulfure de calcium brille, dans une certaine région, d'un éclat plus vif que dans toute autre; et cette région est voisine de la partie oxydée; là, les rayons N sortent du fil. Si, au moyen de toile d'émeri fin, on repolit la surface du fil, les phénomènes se reproduisent, identiques à ce qu'ils étaient avant l'oxydation.

Les rayons N émis par le sulfure de calcium

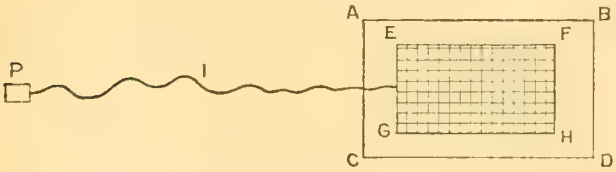


Fig. 19. — *Obtention de sources secondaires de rayons N, constamment entretenues.* — ABCD, écran de sulfure de calcium exposé au jour; EFGH, toile métallique; I, fil de cuivre transmetteur de rayons N à la plaque P qui sert de source secondaire.

phosphorescent (dont l'émission s'explique, nous l'avons dit, par l'emmagasinement) subissent, eux aussi, cette sorte de conduction par un fil de cuivre. L'expérience suivante le montre bien [1] : un écran recouvert de sulfure de calcium est attaché à un fil de cuivre dont l'autre extrémité aboutit à un petit écran de sulfure destiné à révéler la présence des rayons N. Le fil peut être très long (10 mètres), et les deux extrémités en sont placées dans des pièces différentes. Si, devant le premier écran, on fait brûler du magnésium, de manière à accroître sa phosphorescence, on observe que, au bout de quelques secondes, nécessaires à la transmission, et peut-être aussi à l'émission, la luminosité du deuxième écran s'accroît. Une expérience à blanc, où l'on supprime le fil, permet de s'assurer que cet accroissement d'éclat n'est pas dû à une action directe du magnésium sur le second écran. Il y a donc là, suivant l'expression de M. Charpentier, une sorte de transmission *apparente* de la phosphorescence d'un écran à l'autre.

[1] Aug. Charpentier : *C. R.*, t. CXXXVIII, p. 414 (février 1904).

Ce phénomène lui a donné l'idée de se procurer par ce moyen une source commode de rayons N, source secondaire constamment régénérée : Un grand écran 13 × 18 ou 18 × 24 de sulfure de calcium est exposé d'une manière permanente à la lumière du jour. Sur cet écran se trouve placée une toile métallique à larges mailles, à laquelle est soudé un fil de cuivre dont l'extrémité peut se trouver dans une pièce obscure où l'on veut étudier les propriétés des rayons N (fig. 19). Dans ces conditions, les rayons N émis par le sulfure éclairé se transmettent, par l'intermédiaire de la toile métallique et du fil de cuivre, à l'extrémité de celui-ci, qui fonctionne alors comme source secondaire, sans cesse revivifiée.

IX. — Émission de rayons N par les corps a l'état contraint.

Dans tout ce qui précède, nous n'avons parlé que des rayons N émis par un certain nombre de sources lumineuses; il y a toute une catégorie d'autres sources, dont les radiations, sans être rigoureusement identiques aux rayons N, possèdent beaucoup de leurs propriétés. A la suite d'expériences de M. Charpentier, établissant l'augmentation de luminosité du sulfure de calcium phosphorescent au voisinage d'un muscle tendu ou du poing serré, M. Blondlot eut l'idée de chercher si un état de tension ou de compression mécanique ne provoquerait pas, de la part de certains corps, l'émission de rayons N.

Il vérifia qu'il suffit d'exercer une pression sur un objet quelconque, de bois, de verre ou de métal, pour que cet objet émette aussitôt des rayons N, pendant le temps que dure cet état de contrainte.

§ 1. — Corps trempés.

Au lieu d'exercer sur des corps une compression, M. Blondlot songea alors aux corps qui, spontanément, se trouvent à l'état contraint, comme l'acier trempé, les larmes bataviques, et l'expérience fut concluante : une lime, une bille de roulement, des larmes bataviques, constituent des sources puissantes de rayons N, dont on peut observer l'effet, soit sur le sulfure de calcium, soit sur l'étincelle [1]. La figure 20 montre un cliché obtenu par la méthode décrite plus haut, en employant comme source de rayons N deux limes et un ressort de montre; la partie droite du cliché est fournie par l'étincelle soumise à ces rayons, et la partie gauche par l'étincelle protégée de leur action par un écran de plomb. Les figures 21 et 22 sont des reproduc-

[1] R. Blondlot : *C. R.*, t. CXXXVII, p. 962 (décembre 1903).

tions de deux clichés développés simultanément, dont la moitié gauche a été impressionnée par l'étincelle protégée par un écran de plomb, et la moitié droite par l'étincelle non protégée, avec cette seule différence que, dans le cliché 21, il tombait sur l'appareil les rayons N provenant de larmes bataviques, tandis que le cliché 22 a été obtenu sans intervention de rayons N.

La propriété que possède l'acier trempé d'émettre des rayons N ne disparaît pas par l'action du temps; la lame, trempée, d'un couteau de l'époque mérovingienne émet encore aujourd'hui des rayons N, tandis que la soie de ce couteau, qui n'est pas trempée (cela fut vérifié à la lime), n'en émet pas. Il convient d'ajouter que le rayonnement de ces sources, s'il a beaucoup de propriétés communes avec les rayons émis par une lampe Nernst, par exemple, en est peut-être un peu différent; il a les mêmes effets sur l'étincelle, ou sur les corps phosphorescents; il subit la transmission par un fil métallique ou de verre (et les phénomènes de transmission ont surtout été étudiés avec de semblables sources); mais il semble qu'une portion de ce rayonnement ne soit pas arrêtée par l'eau. Des études ultérieures pourront seules déterminer le degré de complexité de ce rayonnement.

Fig. 20. — *Rayons N émis par deux limes et un ressort.* — La partie gauche de l'épreuve est donnée par l'étincelle, protégée contre l'action des rayons N par un écran de plomb; au contraire, la partie droite est l'impression produite par l'étincelle soumise aux rayons N.

§ 2. — Vibrations sonores.

Etant donné que la compression d'un corps provoque l'émission de rayons N, M. Macé de Lépinay pensa que les vibrations sonores, toujours accompagnées de compressions et de dilatations successives, pourraient avoir le même résultat[1]. L'expérience montre, en effet, que la mise en vibration d'un diapason, d'un timbre de bronze, ou d'un cylindre d'acier, provoque un accroissement de l'éclat d'un écran de sulfure de calcium voisin. Cette action se manifeste, d'ailleurs, aussi bien lorsque le sulfure est voisin d'un ventre, où cependant les déformations sont nulles, que d'un nœud, où elles sont maxima; de plus, on l'observe encore en interposant un écran de plomb ou d'eau distillée entre la source sonore et le sulfure de calcium. Ces derniers résultats prouvent que la mise en vibration de l'air lui-même, les compressions et dilatations successives qu'il subit, ont de l'effet sur le sulfure de calcium phosphorescent. Cela fut vérifié directement, en supprimant le corps sonore vibrant, et produisant le son par les seules vibrations de l'air, au moyen d'une sirène; on observa fort bien les variations de luminosité du sulfure de calcium.

Un autre moyen d'observation est également utilisable : c'est l'augmentation d'éclat que subissent les corps faiblement éclairés lorsqu'ils sont soumis aux rayons N. M. Macé de Lépinay emploie comme corps peu éclairé le disque même de la sirène; on le fait tourner d'une manière continue, en l'éclairant juste assez pour l'entrevoir, sans en distinguer aucun détail. Lorsqu'on fait arriver le courant d'air, on voit augmenter l'éclat et la netteté de ce disque; lorsqu'on arrête le courant d'air, les contours redeviennent vagues. On s'est mis à l'abri de toute illusion en se bouchant les oreilles, afin d'ignorer si la sirène fonctionne ou non; on est renseigné, avec une sûreté parfaite, par les simples changements d'aspect du disque.

§ 3. — Champ magnétique.

Puisqu'il ressort des expériences précédentes qu'un corps, solide ou gazeux, devient, lorsqu'il est à l'état contraint, une source de rayons N, on

[1] J. Macé de Lépinay : *C. R.*, t. CXXXVIII, p. 77 (janvier 1904).

pouvait se demander si cette propriété ne s'étendrait pas au genre de contrainte qui, selon les idées de Faraday, règne dans un champ magnétique. On peut considérer que les expériences de M. C. Gutton, relatives à l'influence d'un champ magnétique sur la luminosité du sulfure de calcium phosphorescent, fournissent une réponse à cette question :

Si l'on déplace[1] le long d'un barreau aimanté un des petits écrans explorateurs, au sulfure de calcium, précédemment décrits, en ayant pris la précaution d'envelopper ce barreau dans une feuille de plomb, pour éviter les effets des rayons N émis par l'acier trempé, on constate que la luminosité du sulfure de calcium, très intense au voisinage des pôles, baisse beaucoup vers le milieu de l'aimant. Les effets sont les mêmes si l'on déplace de la même manière l'écran au sulfure à l'extérieur d'une bobine parcourue par un courant.

Mais l'expérience montre que, dans la région où le champ de cette bobine est uniforme, l'éclat du sulfure est le même, que le courant passe ou qu'il ne passe pas. Il se produit, au contraire, des variations si le sulfure est placé dans une région où le champ n'est pas uniforme. Le champ magnétique terrestre, qui est uniforme, n'a pas d'action ; mais, si on le déforme, en approchant, par exemple, des fils de fer doux, ou même un barreau de bismuth, qui ne produit cependant qu'une faible déformation du champ, on observe aussitôt un accroissement d'éclat du sulfure de calcium.

La sensibilité est d'ailleurs très grande, car on a constaté que le sulfure de calcium révèle l'existence du champ créé par un fil rectiligne placé à 1 centi-

Fig. 21.

Fig. 22.

Fig. 21 et 22. — *Rayons N émis par des larmes bataviques.* — Dans chaque épreuve, la partie gauche est produite par l'étincelle protégée par un écran de plomb, la partie droite par l'étincelle non protégée. La figure 21 correspond au cas où des rayons N sont produits par des larmes bataviques, la figure 22 au cas où l'on n'a pas fait agir de rayons. Les clichés ont été développés simultanément.

[1] C. Gutton : *C. R.*, t. CXXXVIII, p. 268 et 568 (février 1904).

mètre du sulfure, lorsqu'il y circule le courant produit par un Daniell dans un circuit ayant une résistance de 100.000 ohms[1].

La différence entre l'action d'un champ uniforme et celle d'un champ non uniforme semble bien indiquer qu'on ne doit pas rapporter les effets observés à l'état de contrainte du milieu. D'ailleurs, en se gardant de toute interprétation trop hâtive, M. Gutton, après avoir étudié les effets produits sur le sulfure de calcium phosphorescent par un champ uniforme d'intensité ou de position variables, a simplement énoncé le résultat expérimental suivant : « Chaque fois que des variations d'intensité d'un champ magnétique ou des déplacements des lignes de force produisent des forces électromotrices à l'endroit où se trouve le sulfure phosphorescent, on observe une augmentation d'éclat de la phosphorescence. »

X. — Autres circonstances d'émission de rayons N.

Nous mentionnerons ici quelques résultats, d'interprétation encore obscure, constatés par M. Bichat[2].

Au voisinage d'un gaz liquéfié, un écran phosphorescent subit un accroissement d'éclat: cela peut se vérifier avec un siphon d'anhydride sulfureux, un tube d'oxyde azoteux liquide, ou un tube de Natterer à anhydride carbonique : lorsqu'on déplace l'écran au sulfure de calcium le long de celui-ci, son éclat augmente brusquement lorsqu'il est vis-à-vis du liquide; la région contenant le gaz est, au contraire, sans action. Si l'on vaporise tout le liquide en portant le tube à une température supérieure au point critique, le tube n'agit pas sur l'écran phosphorescent ; mais, en laissant refroidir, on voit l'éclat du sulfure de calcium s'accroître brusquement, à l'instant où la condensation se produit.

L'air liquide émet, lui aussi, des rayons N, et, qui plus est, les gaz qui proviennent de son évaporation spontanée en émettent également : un tube dans lequel ces gaz sont conduits est une source de rayons N, tant qu'il reste du liquide non évaporé.

Enfin, l'ozone gazeux exerce la même action sur le sulfure de calcium phosphorescent.

XI. — Effets physiologiques des rayons N.

La première observation d'ordre physiologique fut faite par M. Blondlot dans les conditions suivantes[3] : En regardant un objet faiblement éclairé, une petite bande de papier, il constata que l'éclat et la netteté de cet objet étaient notablement accrus lorsqu'on dirigeait vers l'œil un faisceau de rayons N. Lorsqu'on supprimait ceux-ci, l'objet reprenait son aspect primitif.

L'expérience se fait aisément en employant, comme source de rayons N, un objet trempé, comme un outil d'acier, ou des larmes bataviques. Dans une pièce très peu éclairée, on regarde un objet blanc, le cadran d'une horloge, par exemple ; on règle l'éclairage et la distance à ce cadran de manière à ce que celui-ci ne produise sur l'œil que l'impression confuse d'une tache grisâtre. Si l'on approche alors de l'œil une source de rayons N, l'objet regardé s'éclaircit, ses contours deviennent plus nets, on distingue, par exemple, les aiguilles sur le cadran. Dès qu'on écarte de l'œil la source de rayons N (qui peut être un simple couteau), l'objet s'assombrit de nouveau, et ses contours s'atténuent. Les phénomènes sont identiques à ceux que l'on observe lorsque c'est l'objet regardé, et non plus l'œil, que viennent frapper les rayons N.

Les variations d'éclat d'un objet peu lumineux, constatées par M. Gutton lorsqu'on déplace un barreau aimanté (convenablement entouré de plomb) au voisinage de cet objet, se produisent aussi lorsque c'est près de l'œil qu'on déplace le barreau aimanté.

D'autres effets sur la vision furent constatés par M. Charpentier[1]. On se place dans une demi-obscurité, puis on promène, sur le côté gauche du crâne, une lame d'acier trempé. Lorsque cette lame se trouve vis-à-vis de la région postérieure du pariétal et de la région occipitale voisine, il se produit un léger accroissement de l'éclairement des objets, et même, vers le centre de cette zone, une augmentation de netteté : au total, il y a, comme dans l'expérience de M. Blondlot, accroissement de l'acuité visuelle. M. Charpentier a même observé sur lui-même que, dans l'obscurité, il y avait parfois production de sensation lumineuse. La pupille paraît présenter, d'ailleurs, des réactions aux rayons N ; ainsi, en plaçant une source de rayons N au-dessus de la septième vertèbre cervicale, on observe une dilatation pupillaire sensible.

Enfin, dans une Communication plus récente, M. Charpentier a annoncé qu'il y a lieu de croire que les rayons N ont une action excitante sur l'olfaction et la gustation, ainsi que sur certains centres auditifs[2].

XII. — Radiations physiologiques.

§ 1. — Emission par l'organisme.

Non seulement les rayons N exercent des actions

[1] La très grande sensibilité que l'on possède ainsi pour déceler un champ magnétique a permis à M. Gutton de vérifier aisément l'effet magnétique des courants de convection. (C. Gutton : *C. R.*, t. CXXXVIII, p. 352.)

[2] E. Bichat : *C. R.*, t. CXXXVIII, p. 550 (février 1904).

[3] R. Blondlot : *C. R.*, t. CXXXVII, p. 831 (novembre 1903).

[1] Aug. Charpentier : *C. R.*, t. CXXXVIII, p. 270 (février 1904).

[2] Aug. Charpentier : *Réunion Biologique de Nancy*, séance du 9 février 1904, et *C. R.* t. CXXXVIII, p. 584 (février 1904).

physiologiques, mais encore l'organisme émet des radiations, que M. Charpentier appelle *radiations physiologiques*[1], qui présentent beaucoup de points de ressemblance avec les rayons N.

Lorsqu'on approche un petit écran[2], recouvert

Fig. 23. — *Ecran au sulfure de calcium pour recherches physiologiques* (grandeur naturelle).

de sulfure de calcium phosphorescent, d'un muscle, et particulièrement d'un muscle contracté, la luminosité de l'écran augmente. En déplaçant cet écran devant le corps, on peut, par exemple, délimiter l'aire du cœur : en face de celui-ci, l'écran explorateur est plus lumineux que vis-à-vis des régions avoisinantes. Il ne s'agit pas, naturellement, de baser sur cette action un procédé clinique, qui serait inférieur, comme sensibilité, aux autres moyens dont on dispose.

Le même effet est produit quand on approche l'écran d'un nerf ou d'un centre nerveux (renflement cervical ou renflement lombaire), surtout lorsque ce nerf ou ce centre sont en état de fonctionnement. De la même manière qu'on peut délimiter le cœur, on peut déterminer, avec une exactitude vraiment remarquable, la position du centre de Broca, centre nerveux intéressé dans l'émission de la parole. Voici comment se fait l'expérience : l'observateur promène un petit écran phosphorescent (fig. 23) sur le côté gauche du crâne d'un sujet qui parle sans interruption, qui compte, par exemple (fig. 24); il lui est alors facile de s'apercevoir qu'il y a un point du crâne vis-à-vis duquel l'éclat du sulfure de calcium est maximum; ce point coïncide parfaitement avec la position que l'on attribue au centre du langage articulé[1]. On peut aussi constater que, pendant l'émission de la parole, les muscles du larynx, qui travaillent, provoquent aussi un accroissement de luminosité du sulfure.

D'une manière analogue, on peut suivre, toujours avec l'écran phosphorescent, le trajet des nerfs intéressés dans une action quelconque. Par exemple, lorsque le sujet contracte le bras droit, on observe, dans la région cervicale, une illumination marquée à droite; mais, vers le haut de la moelle, c'est, au contraire, du côté gauche que se manifeste la plus grande activité, le croisement se faisant en général un peu au-dessous du bulbe.

Le travail cérébral lui-même se traduit extérieurement par un accroissement de luminosité du sulfure, comme le montre l'expérience suivante : Un expérimentateur observe l'écran placé devant le front d'un sujet; celui-ci se met en état de travail ou de repos cérébral, sans que l'observateur sache en lequel de ces deux états le sujet se trouve; puis, au commandement de l'observateur, le sujet passe du travail au repos, ou du repos au travail. A chaque changement, l'observateur constate une variation d'éclat du sulfure; et il est facile de s'assurer ensuite que c'est lorsque le sujet passait du travail au repos que l'éclat de l'écran diminuait, tandis que, lors du passage du repos au travail, la luminosité augmentait[2]. Ici, comme dans les recherches purement physiques, l'observateur est plus sensible aux diminutions qu'aux augmentations d'éclat, et ces variations exigent toujours un certain temps pour se produire.

Fig. 24. — *Localisation de la parole. Recherche du centre de Broca.*

[1] Aug. Charpentier : *C. R.*, t. CXXXVII, p. 1049 (décembre 1903).
[2] Protégé contre le rayonnement calorifique.

[1] Aug. Charpentier : *C. R.*, t. CXXXVII, p. 1277.
[2] Aug. Charpentier : *Arch. d'électr. médicale*, 25 janv. 1904.

De tout ce qui précède, il ressort que l'organisme, et particulièrement les tissus musculaires et nerveux en fonctionnement, émettent des radiations. Cette propriété n'est pas spéciale à l'organisme humain; des expériences concordantes ont été faites sur la grenouille, le chien, le lapin.

§ 2. — **Propriétés.**

C'est en cherchant à mieux localiser l'origine des radiations physiologiques que M. Charpentier découvrit la propriété que possèdent ces radiations d'être *conduites* par un fil métallique, propriété qui appartient aussi, on s'en aperçut ensuite, aux rayons N. Ayant exposé plus haut ces phénomènes de conduction, nous nous bornerons ici à indiquer l'application qu'en fait M. Charpentier à l'étude des centres d'émission de rayons physiologiques[1]. Une petite plaque de cuivre P, aussi petite qu'on le veut, est attachée ou soudée à un fil de cuivre, qui communique avec l'écran à sulfure de calcium. La plaque P sert d'explorateur; on la déplace à volonté; elle recueille les radiations qui, après avoir parcouru le fil, viennent impressionner le sulfure. Dans ces conditions, l'écran de sulfure peut rester immobile, ce qui facilite beaucoup l'observation de ses variations d'éclat.

On voit, au total, que les radiations physiologiques présentent beaucoup d'analogies avec les rayons N : elles influencent la luminosité de l'étincelle, du sulfure de calcium phosphorescent, des bacilles phosphorescents; elles sont susceptibles d'être conduites. Cependant, le rayonnement physiologique paraît plus complexe que les rayons N : il n'est pas entièrement arrêté par le plomb, ni par l'eau pure[2]. Certaines distinctions doivent, d'ailleurs, être établies, parmi les rayons physiologiques, entre les radiations musculaires et les radiations nerveuses. Les premières traversent, comme les rayons N, l'aluminium sous grande épaisseur. Les secondes, au contraire, sont partiellement arrêtées par un demi-millimètre d'aluminium; mais la partie du rayonnement qui traverse cette épaisseur-là est susceptible alors d'en traverser de beaucoup plus grandes. Une autre différence est que la radiation du nerf est extrêmement accrue par la compression de celui-ci, tandis que la compression d'un muscle n'a pas d'effet appréciable sur l'intensité des radiations qu'il émet.

§ 3. — **Autres circonstances d'émission.**

D'après M. Ed. Meyer, la luminosité d'un écran phosphorescent s'accroît, de manière appréciable, lorsqu'on approche cet écran d'un végétal[3]; cette action paraît d'autant plus intense que l'activité physiologique est plus grande : en effet, dans certaines expériences comparatives, l'auteur a pu observer une différence entre l'action de graines germant en toute liberté, et celle de graines dont la germination est arrêtée par l'action anesthésiante du chloroforme. Des végétaux développés entièrement dans l'obscurité, et à l'abri des rayons N extérieurs, ont toujours montré la même action sur l'écran phosphorescent[1], si bien qu'on paraît s'être mis à l'abri de toute espèce d'emmagasinement.

Pour terminer l'exposé des faits de ce genre, nous mentionnerons les résultats obtenus par M. Lambert, qui a observé que, dans les phénomènes de digestion d'une matière albuminoïde (fibrine) par un ferment soluble, il y a émission de rayons N, qui dure autant que dure la digestion[2].

XIII. — Conclusions.

En résumé, notre connaissance du spectre s'est enrichie, par la découverte de M. Blondlot, de radiations non lumineuses, dont les longueurs d'onde sont de l'ordre du centième de micron, et pour lesquelles il a indiqué un certain nombre de détecteurs. La question est loin d'être achevée; désireux de « débrouiller » au plus tôt les principales propriétés de ces radiations, M. Blondlot a été de l'avant, négligeant sciemment nombre de questions qui, en cours de route, se présentaient à son esprit, et qui devront être reprises. Nous souhaitons que cet article, en faisant connaître l'état actuel de l'étude des rayons N, excite l'activité des chercheurs, et leur fournisse en même temps des renseignements pratiques pouvant guider leurs travaux. Il faut bien déclarer, en effet, que les expériences de M. Blondlot, quoique fort nettes pour ses visiteurs, sont délicates à reproduire, puisque nombre de physiciens, tant en France qu'à l'Étranger, ont éprouvé de grandes difficultés, pour quelques-uns insurmontables, à observer les phénomènes signalés. Il est désirable que la généralisation de résultats objectifs, tels que la photographie de l'étincelle en a fournis à M. Blondlot, permette à de nombreux savants de faire progresser cette intéressante étude.

Au point de vue physiologique, la question est, comme au point de vue physique, fort intéressante, mais, par essence même, elle est plus complexe. On est parvenu à obtenir une sorte d'extériori-

[1] A. Charpentier : *C. R.*, t. CXXXVIII, p. 194 (janvier 1904).
[2] Aug. Charpentier : *C. R.*, t. CXXXVIII, p. 45 (janvier 1904).
[3] Edouard Meyer : *C. R.*, t. CXXXVIII, p. 101 (janvier 1904).

[1] Ed. Meyer : *C. R.*, t. CXXXVIII, p. 272 (février 1904).
[2] Lambert : *C. R.*, t. CXXXVIII, p. 196 (janvier 1904). Signalons encore les communications suivantes relatives à l'émission des radiations physiologiques : Aug. Charpentier et Ed. Meyer : *C. R.*, t. CXXXVIII, p. 520; et Gilbert Ballet : *idem*, p. 524 (février 1904).

sation du travail cérébral, à manifester celui-ci par un phénomène physique; d'autre part, on a constaté des actions fort curieuses des radiations nouvelles sur l'organisme. Cela explique le très grand retentissement qu'ont eu ces recherches, trop grand, sommes-nous tenté de dire, car ce peut être un malheur pour la Science qu'une question scientifique soit trop tôt la proie d'esprits non scientifiques, qui dénaturent les faits, et en tirent d'extravagantes conclusions, au point de jeter le discrédit sur des travaux véritablement sérieux.

Marcel Ascoli,
Agrégé des Sciences physiques,
Préparateur-adjoint à la Sorbonne.

INFLUENCE DU MILIEU EXTÉRIEUR SUR L'ŒUF

PARTHÉNOGÉNÈSES EXPÉRIMENTALE ET NATURELLE

Dans un organisme pluricellulaire, on appelle *œuf* une cellule migratrice ou fille de cellules migratrices, qui est susceptible, à un instant précis de son évolution, sous l'influence de certains excitants, de se multiplier pour reproduire l'organisme dont elle s'est détachée ou se détachera. Beaucoup de biologistes considèrent l'œuf comme une cellule différente des autres cellules du corps : à peine l'embryon est-il ébauché que souvent on distingue déjà un groupe de cellules à aspect tout à fait particulier; ces cellules, comme les autres cellules du corps de l'embryon, se multiplieront, mais elles ne donneront pas un organe servant aux fonctions de nutrition ou de relation, elles donneront des œufs; elles constituent les ébauches des glandes génitales; ce sont les *cellules-mères des œufs*.

Ces cellules prédestinées conserveraient en quelque sorte le patrimoine héréditaire; elles garderaient le souvenir de toutes les *influences passées* qui se sont exercées sur les ancêtres de l'organisme considéré. Mais, au cours de leur évolution, elles seraient elles-mêmes soumises, dans un ordre déterminé, à des *influences actuelles*, multiples et variées. L'étude de ces influences est du plus haut intérêt, car si, le plus souvent, les influences actuelles ne font que réveiller le souvenir des influences passées, dans certains cas elles peuvent aller à leur encontre et être la cause de variations. Pour faire cette étude, il est nécessaire de déterminer *avec une précision rigoureuse* les conditions de vie des cellules-mères de l'œuf, — à mesure qu'elles émigrent, — et de l'œuf lui-même, avant qu'il se divise, — dans l'organisme ou en dehors de l'organisme s'il se détache de bonne heure; en un mot, il est nécessaire de faire l'*éthologie* de l'œuf au sens le plus large du mot.

I. — Ethologie de l'œuf.

1. *Migrations des cellules-mères.* — Très souvent, les cellules-mères des œufs voyagent dans les organismes. Ces migrations sont remarquables chez les *Cœlentérés*: les cellules reproductrices se différencient dans l'ectoderme et émigrent de très bonne heure dans l'endoderme; chez les Hydraires, elles se déplacent même le long des rameaux de la colonie; chez les Actinies et les Madrépores, les cloisons de la cavité gastrique sont bordées par un bourrelet ectodermique, duquel se détachent les œufs pour s'éloigner à l'intérieur des cloisons (H. Wilson, *Manicinia areolata*). Chez les *Arthropodes* (y compris les *Némathelminthes*, qui n'en sont que des formes parasites), les cellules reproductrices se différencient de très bonne heure, quelquefois avant l'embryon lui-même, et émigrent dans l'embryon au fur et à mesure de sa formation; chez les Insectes, en particulier, les cellules sexuelles apparaissent à la partie postérieure du corps autour d'une invagination ectodermique (fossette génitale), puis se dirigent en avant pour se répartir métamériquement (Heymens, Orthoptères). Chez les *Néphridiés*, à cavité générale bien nette, comme les Annélides et les Vertébrés, les œufs, au contraire, apparaissent tardivement et se forment directement aux dépens du revêtement de la cavité générale; toutefois, chez les Plathelminthes, qui ne sont que des Annélides parasites, les œufs se différencient à un stade très précoce du développement, et celui-ci se trouve plus ou moins arrêté; chez les Echinodermes, enfin, les œufs ont pu être considérés comme des globules du sang spécialisés.

Ainsi, les cellules-mères des œufs, au cours de leur évolution, peuvent se trouver dans des conditions variées : chez les Coelentérés et les Arthropodes, elles commencent à se différencier pour ainsi dire dans le milieu extérieur; mais, petit à petit, elles s'éloignent de la périphérie et gagnent des régions du corps qui diffèrent au point de vue chimique; chez les Néphridiés, elles se différencient d'emblée dans le milieu intérieur dont la composition est, dans une certaine mesure, indé-

pendante de celle du milieu extérieur et varie avec le degré de perfectionnement de l'appareil excréteur par rapport à l'activité générale de l'organisme.

2. *Passage brusque de l'œuf d'un milieu dans un autre.* — A un moment donné, l'œuf se détache : c'est le phénomène de la ponte ; mais plusieurs cas peuvent se présenter : l'*exotokie*, l'*endotokie* et l'*épitokie* (Giard). Très souvent, l'œuf est rejeté dans le milieu extérieur et passe brusquement d'un milieu chimique dans un autre milieu chimique ; mais la variation peut ne pas influencer l'œuf, vu une protection (membranes) souvent très efficace ; parfois, l'œuf pondu reste à l'intérieur de l'organisme, dans des poches plus ou moins indépendantes de la cavité générale, et la variation chimique subie par l'œuf est, en général, moins considérable que dans le cas précédent ; enfin, dans quelques cas très rares, l'œuf vient se fixer après la ponte sur les téguments externes. On le voit, *la ponte entraîne une variation brusque et plus ou moins considérable de la composition chimique du liquide qui baigne l'œuf* ; cette variation est surtout sensible pour les œufs à membrane semi-perméable, qui passent du milieu intérieur où ils se sont différenciés dans le milieu extérieur où ils vont se développer : Annélides, Poissons, Amphibiens, Echinodermes (ce sont précisément ces œufs qui se prêtent le mieux aux expériences de la parthénogénèse artificielle).

3. *Milieu intérieur et milieu extérieur.* — De toutes façons, on est amené à étudier comparativement la composition chimique du milieu intérieur dans les diverses régions du corps et aux divers stades du développement, et celle du milieu extérieur dans les divers habitats et aux diverses saisons. C'est à R. Quinton que l'on doit d'avoir entrevu nettement l'extrême importance de cette question ; une vue des plus intéressantes est celle-ci : tout animal, terrestre, d'eau douce ou marin, tend à maintenir à son intérieur les conditions de vie de ses ancêtres : les diverses cellules vivent dans le *milieu intérieur*, comme les animaux vivaient dans le milieu marin ancestral, qui diffère du milieu actuel surtout par la *concentration* ; on retrouve dans le sang toutes les substances chimiques de l'eau de mer ; toutefois, il y a à tenir compte, en dehors des éléments purement minéraux, des diverses substances organiques, souvent « toxiques », contenues dans ces milieux. On sait quelle importance ont prise depuis plusieurs années les questions d'osmose ; mais, si les variations physiques priment souvent les variations chimiques, l'étude des premières ne doit pas entraîner à négliger l'étude des secondes.

II. — Variations physiques et chimiques du milieu où se développent les œufs.

§ 1. — Le milieu marin

Les œufs peuvent se développer dans le milieu marin.

Une idée inexacte a faussé jusqu'ici toutes les recherches de Biologie marine (et, en particulier, celles relatives à la parthénogénèse). *On croit que la composition chimique de l'eau de mer est invariable.* Rien n'est plus faux : cette composition subit des variations incessantes, souvent très faibles, il est vrai, voire même infinitésimales, mais qui sont capables d'avoir un grand retentissement sur la matière vivante, d'entraîner des variations considérables dans l'activité des organismes. Récemment, Loeb, niant formellement la parthénogénèse naturelle chez les Oursins constatée par Viguier à Alger, déclarait que, pour que l'on pût admettre ce fait, il faudrait admettre aussi que *la constitution de l'eau de mer à Alger diffère de celle du reste du monde* ! Il est assez curieux qu'une pareille assertion vienne de la part du célèbre biologiste américain, qui s'est illustré en étudiant les variations artificielles de la composition chimique du milieu sur les êtres vivants, et à qui l'on doit les résultats les plus positifs relatifs à la fécondation chimique.

La composition chimique de l'eau de mer est fonction de la vie des êtres qui y habitent. En bien des points de la mer, l'*acide carbonique* est rejeté dans l'eau en grandes quantités par les animaux et les végétaux : peu importe, si cet acide ne reste pas à l'état de liberté, car, si une partie se combine fortement aux bases (carbonates neutres, en proportion invariable dans l'eau de mer), l'autre partie s'y combine faiblement (bicarbonates instables, en proportions variables), et le résultat est toujours le même : le *degré d'acidité*, révélé par la phtaléine du phénol, est *variable* ; en certains points de la mer, l'acide carbonique est absorbé (algues littorales, animaux des profondeurs), et il y a là une nouvelle cause de variation de l'acidité de l'eau de mer ; enfin, il y a un fait biologique de première importance et que l'on persiste à ignorer : les algues rouges, contrairement aux algues vertes, rendent l'eau alcaline, même à la teinture de tournesol, en sorte que, dans une région très restreinte, on peut observer des différences très considérables dans les réactions de l'eau de mer. « Aux environs de Marseille, la côte présente des anfractuosités rocheuses appelées calangues ; il y en a de deux sortes : celles de la côte même, où vivent des algues vertes, et où se fait sentir la désalure ; celles des îles, où vivent des algues rouges qui déversent

dans l'eau certaines substances chimiques, comme l'*ammoniaque*, qui la rendent plus ou moins alcaline et toxique ». En transportant des Crustacés des unes dans les autres, les mouvements respiratoires changent tout à fait de caractère : l'eau des calangues à algues rouges est spasmodisante, comme d'ailleurs celle des fonds coralligènes (Broundo). La différence de composition de l'eau est révélée par des modifications, non seulement de l'activité musculaire, mais encore de l'activité ciliaire. Or, les agents physiques et chimiques qui modifient les mouvements des cils modifient aussi les mouvements mitosiques. Il est donc certain que la mitose d'une cellule, telle qu'un œuf, ne s'accomplit pas de la même façon dans les calangues de la côte et dans les calangues des îles. On le voit, il y a lieu de tenir compte, dans l'étude biologique de l'œuf marin, des *variations de constitution de l'eau de mer*; il y a lieu, toutes les fois que l'on fait une expérience sur un œuf, de déterminer exactement la composition actuelle du milieu ambiant, et, faute d'avoir pris cette précaution (Viguier, Ariola), les expériences faites jusqu'ici, sans un déterminisme rigoureux, n'ont qu'une valeur relative et ne concordent pas.

Les facteurs éthologiques les plus importants, dont il faut tenir compte dans le milieu marin, sont : 1° CO^2; 2° AzH^3; 3° divers autres produits d'excrétion. Ces substances sont le point de départ de réactions chimiques assez complexes, qui se passent dans l'eau de mer et les organismes (calcification), et qui varient suivant les profondeurs et les régions. Aussi, si la composition saline de l'eau de mer est assez constante, s'il y a toujours le même rapport entre les poids des divers sels dissous, la quantité de calcaire varie. De plus, dans toute la zone littorale, la salure de l'eau peut diminuer, tandis qu'elle peut augmenter dans les mers fermées. Les phénomènes biologiques ne sont pas les mêmes dans les mers froides et dans les mers chaudes, dans les mers ouvertes et dans les mers fermées, non seulement à cause des variations de température et d'agitation de l'eau, mais encore à cause des différences de composition chimique. Et même, en général, les facteurs chimiques sont au premier plan, les facteurs physiques et mécaniques au second plan.

§ 2. — Le milieu aquatique d'eau douce. Les mares.

Les œufs peuvent se développer dans l'eau douce, mais il faut remarquer que certains Poissons retournent à la mer pour pondre (Anguilles).

Lorsque l'eau douce est confinée, elle peut subir des variations de composition chimique assez considérables et intéressantes au point de vue qui nous occupe. Dans les mares, en particulier, il peut y avoir des quantités assez considérables d'acide carbonique et de substances diverses provenant de la putréfaction des corps organiques.

§ 3. — Les milieux organiques.

Les œufs peuvent enfin se développer dans un milieu organique : ils ne sont pas alors pondus au dehors. Deux cas peuvent se présenter : ou bien l'organisme qui les produit vit dans la mer, l'eau douce, ou l'air, ou bien cet organisme est parasite d'un autre organisme.

Le milieu organique (sang, bile, chyle, urine) est essentiellement un milieu confiné, chargé de produits d'excrétion plus ou moins « toxiques ». Sa composition est fonction de l'activité des organes excréteurs. Or 1° l'*activité excrétrice varie avec le milieu extérieur* : si un être est situé directement dans le milieu extérieur aquatique, les échanges osmotiques se font bien, l'excrétion est en général facile; si un être est situé dans le milieu intérieur d'un autre animal, l'excrétion, malgré le développement énorme de l'appareil excréteur, se fait moins bien; 2° l'*activité excrétrice varie avec le degré d'organisation*, avec le perfectionnement de l'appareil rénal; 3° l'*activité excrétrice varie avec les phases du développement;* au cours de leur évolution, beaucoup d'êtres passent par des périodes d' « intoxication », les *métamorphoses* (Bataillon, Houssay). Chez les Vertébrés, il y a jusqu'à trois reins successifs; or, c'est dans une phase d'asphyxie qu'un rein disparaît pour être remplacé par un autre; cette disparition est elle-même une cause d'intoxication. Chez les Tuniciers, la première métamorphose est fatale et le rein disparaît d'une façon définitive : l'animal est ainsi fait qu'il s'intoxique constamment; il est malade comme le prouve toute la biologie de ces animaux; il ne peut se fatiguer : il mène la vie passive, fixée ou flottante. Si l'intoxication est destructive pour les cellules vieilles, il semble qu'elle soit excitatrice pour les cellules jeunes, pour les œufs; nous abordons là un point de vue nouveau.

III. — Retentissement du milieu sur la matière vivante et sur les œufs en particulier

Toute variation de l'état mécanique, physique ou chimique du milieu modifie l'activité de la matière vivante; la modification peut être quantitative ou qualitative.

La Biologie ayant commencé par celle de l'homme et étant faite le plus souvent par des médecins, toute modification de l'activité de la matière vivante observée est immédiatement rangée sous une rubrique empruntée au langage médical; or,

un mot qui a été créé pour désigner une manifestation de l'activité d'un organisme aussi complexe que l'homme est, en général, impropre à désigner une manifestation d'une cellule, d'un œuf. Le langage, comme l'a bien montré Le Dantec, entraîne des comparaisons inexactes, suscite des idées fausses.

Y. Delage, à qui l'on doit des recherches fort intéressantes sur « *l'acide carbonique comme agent de choix de la parthénogénèse expérimentale* [1] », semble attacher, bien qu'il s'en défende, une importance beaucoup trop grande au sens des mots du vocabulaire médical. Il discute longuement sur « *le mode d'action de l'acide carbonique dans la parthénogénèse expérimentale* [2] »; il se demande si CO^2 agit par son *acidité*, ou par son *action anesthésiante*, ou par son *action asphyxique*, comme si chacun de ces mots avait un sens plus précis que les termes d'*action spécifique* (*stimulante*), d'*action catalytique* (*accélératrice*) qu'il rejette, car à chaque mot doit correspondre une idée; et aussitôt après, il emploie le terme de *poison* qui, sans doute, a pour lui une signification précise. « Toutes les théories dans lesquelles on explique la parthénogénèse par une action excitante ou accélératrice de l'agent qui la détermine sont passibles d'une même objection, fondée sur ce fait que l'évolution de l'œuf ne se produit pas dans le réactif... mais seulement alors qu'il a été replacé dans de l'eau de mer naturelle. Or, ce n'est pas là le mode habituel des excitants ou des agents quelconques produisant leurs effets par une action directe. Ce n'est pas après avoir été éliminés de l'organisme que la caféine, l'alcool, la morphine... produisent leurs effets bien connus... Les agents parthénogénétiques, quels qu'ils soient, agissent comme des *poisons temporaires;* ils sont efficaces dans la mesure où ils jouissent de cette *double qualité*. Ceux qui ne sont pas assez *nocifs* pour arrêter la maturité sont inefficaces; ceux qui sont des *poisons* trop forts et dont l'action est permanente ou simplement de trop longue durée tuent les œufs. CO^2 est un agent parfait parce qu'il imprègne complètement les œufs, et que son action est absolument passagère, qu'il s'élimine complètement et ne laisse après son élimination aucune altération du protoplasma. » Ce passage, qui renferme un certain nombre de remarques exactes, il est vrai, à côté de quelques inexactitudes (pas d'effets de la morphine pendant l'élimination) et quelques faits non prouvés (non altération du protoplasma par CO^2), ne précise rien, n'apporte aucune clarté nouvelle. C'est ce dont s'est bien rendu compte Viguier, qui est un excellent critique [3], en déclarant que « l'action de CO^2 n'est actuellement pas mieux expliquée que celle de tant d'autres réactifs essayés dans les expériences de la parthénogénèse artificielle ».

Les modifications de l'activité de la matière vivante sont qualitatives et quantitatives; mais on sait peu de chose sur les modifications qualitatives qui varient avec le degré d'organisation; aussi est-il prudent, dans l'état actuel de nos connaissances, de n'envisager que les modifications quantitatives, et de ne voir, avec Verworn, dans l'action d'un excitant quelconque (chimique, mécanique...) qu'une excitation ou qu'une paralysie. « Retenons ceci, dit Verworn : entre l'excitation et la paralysie il n'y a qu'un constraste quantitatif. Toutes deux ne présentent que des degrés différents d'un seul et même phénomène, la vie, et à la vérité l'excitation un *renforcement*, la paralysie un *affaiblissement* de l'intensité normale des phénomènes vitaux. Les phénomènes de paralysie peuvent être provoqués par hyper-excitation. Ce fait est important, car il nous montre que les mêmes excitants qui, pour une faible intensité ou une courte durée, produisent une excitation, peuvent, pour une intensité plus élevée ou une durée plus considérable, faire naître des effets précisément inverses, des paralysies. » Nous aurons à tenir compte de cette remarque pour comprendre les phénomènes de parthénogénèse.

IV. — Parthénogénèse expérimentale.

L'action excitante ou paralysante d'un excitant peut déterminer la parthénogénèse, c'est-à-dire le développement de l'œuf (segmentation) où n'a pas pénétré un spermatozoïde.

§ 1 — Moment où l'on peut provoquer la parthénogénèse.

C'est à Delage [1] que l'on doit les notions les plus précises sur le moment qui est le plus favorable pour déterminer expérimentalement la parthénogénèse. Dans le développement de l'œuf, il y a un stade critique *au début de la maturation :* la membrane nucléaire se rompt et le suc nucléaire se diffuse dans le cytoplasma avec les sels ou ferments qu'il peut contenir (*maturation cytoplasmique*) ; ce stade est particulièrement favorable à la mérogonie et à l'action des substances déterminant la parthénogénèse. L'œuf tout à fait mûr de l'*Asterias glacialis* est complètement rebelle à la parthénogénèse. Récemment, Delage précise : « Les œufs encore pourvus de leur vésicule germinative ou ceux ayant émis depuis quelque temps

[1] Delage : *C. R. Ac. Sc.*, 13 octobre 1902.
[2] *Idem*, 20 octobre.
[3] Viguier : *C. R. Ac. Sc.*, 29 juin 1903.

[1] Delage : 1901. Etudes expérimentales sur la maturation cytoplasmique et sur la parthénogénèse artificielle chez les Echinodermes, *Arch. Zool. exp.*, (3), t. IX, 285-326.

les deux globules sont absolument réfractaires à l'acide carbonique. Ce n'est pas, cependant, le fait de posséder ou non la chromatine des globules polaires qui intervient ici. J'ai constaté, en effet, que le développement parthénogénétique s'effectue aussi bien chez les œufs n'ayant émis aucun globule, chez ceux qui en ont émis un seul ou chez ceux qui ont émis les deux... Il faut que l'œuf soit déjà sorti de l'état de repos qui précède l'émission des globules ou qu'il ne soit pas retombé dans l'état de repos qui suit l'émission du second globule. Il faut que l'œuf soit dans cet état labile, d'équilibre instable, qui se rencontre pendant les phénomènes de cinèse et qui n'existe plus quand la cellule est à l'état de repos cinétique ». Les œufs d'Oursin, qui émettent leurs globules dans l'ovaire maternel, sont rebelles à CO^2; mais, en combinant avec cet agent le secouage et la chaleur, ils peuvent se segmenter.

§ 2. — Divers agents naturels qui provoquent la parthénogénèse.

Pour provoquer la parthénogénèse, on peut employer, ou des agents qui exercent leur action normalement dans la nature, ou des agents artificiels; l'action de ces derniers n'a, en général, qu'un intérêt de pure curiosité; toutefois, dans certain cas, elle peut fournir des indications sur le mécanisme de la parthénogénèse.

Les agents naturels sont, ou bien des agents chimiques (gaz et sels dissous dans l'eau), ou bien des agents mécaniques (agitation), ou bien des agents physiques (température, diverses radiations).

1. *Gaz dissous. — Acide carbonique.* — C'est encore à Delage[1] que l'on doit d'avoir trouvé un *facteur de choix* de la parthénogénèse, l'acide carbonique. Or, c'est précisément ce facteur qui paraît agir le plus fréquemment dans la nature pour déterminer la parthénogénèse. « Les médecins trouvent un certain intérêt à injecter à des animaux marins des poisons, tels que la strychnine, la digitaline.., extraits de plantes terrestres, alors qu'il est du plus grand intérêt pour le zoologiste d'étudier les intoxications par les substances chimiques dissoutes en quantité variable dans l'eau de mer, O, CO^2, AzH^3... substances qui dépendent de l'habitat et du genre de vie de l'animal étudié. » Cette déclaration (1901), toute critiquée qu'elle ait été, peut s'appliquer avec profit, non seulement aux organismes pluricellulaires, mais encore aux organismes unicellulaires et aux œufs. Les résultats si intéressants trouvés par Delage le prouvent bien. Mais cela ne suffira pas pour convaincre certains physiologistes qui sont avant tout médecins et pas du tout biologistes.

Avec l'acide carbonique, Delage a obtenu une grande constance dans les résultats; 100 °/₀ de blastulas nageuses, blastula qui donnent des larves, lesquelles, placées à l'ombre, dans de l'eau renouvelée et agitée, et nourries par du vitellus de jaune d'œuf et des cultures de chlorelles, peuvent vivre trois mois; « elles approchent alors du moment de la métamorphose, et l'Astérie est dessinée dans tous ses organes essentiels ».

2. *Sels dissous.* — C'est Loeb qui, en 1899, a signalé le premier la possibilité de faire évoluer un œuf *jusqu'à des stades avancés* sous l'influence de l'excitation de solutions salines plus ou moins concentrées. Tandis que Tichomirov, Dewitz, Kuglain n'avaient obtenu avec des agents anormaux, tels que l'acide sulfurique et le sublimé, que des commencements d'évolution, Loeb, avec des solutions des sels mêmes de l'eau de mer, a obtenu, avec des œufs d'Échinoderme, des blastula ciliées et des *Plutei*. La découverte de Loeb a été le point de départ de recherches maintenant si nombreuses (Morgan, Bataillon, Fischer.....) qu'il est difficile d'en rendre compte succinctement. Loeb lui-même a poursuivi les siennes et en a rendu compte dans trois Mémoires fondamentaux[1].

Dans le premier, Loeb indique qu'il a obtenu la parthénogénèse avec des *solutions hypertoniques* de KCl, NaCl, $MgCl^2$; pour les œufs d'*Arbacia*, il emploie en particulier le mélange suivant :

$$50\,\%\text{ environ } \frac{10\,n}{8}\,MgCl^2 + 50\,\%\text{ environ d'eau de mer.}$$

Dans le deuxième Mémoire, Loeb montre que les mélanges de plusieurs solutions salines sont plus favorables : on obtient avec ceux-ci une concentration suffisante sans qu'aucun des sels atteigne une dose nocive; il arrive à des *Plutei* avec squelette normal au moyen de la solution artificielle suivante :

$$93\left(\frac{5\,n}{8}\,NaCl\right) + 1\left(\frac{10\,n}{8}\,MgCl^2\right) + 1\left(\frac{5\,n}{8}\,KCl\right) + 2\left(\frac{10\,n}{8}\,CaCl^2\right) + 1\left(\frac{n}{8}\,CO^3Na^2\right).$$

Avec un mélange à parties égales

$$\frac{20\,n}{8}\,MgCl^2 + \text{eau de mer.}$$

[1] 1902 et 1903. *C. R. Ac. Sc.*, 13 et 20 octobre 1902, 7-21 septembre 1903. *Arch. Zool. exp.*, (3), t. X, 213-235.

[1] Loeb : 1899. On the nature of the process of fertilization and the artificial production of normal larvæ (*Plutei*) from the unfertilized eggs of the Sea-Urchin. *Amer. Journ. of Phys.*, III, 135-158. — 1900. On the artificial production of normal larvæ from the unfertilized eggs of the Sea-Urchins (Arbacia). *Idem*, 434-471. — 1901. Experiments on artificial parthenogenesis in Annelids (*Chætopterus*) and the nature of the process of fertilization. *Idem*, IV, 423-459

les *Plutei* sont petits, tombent au fond du vase et meurent.

Dans le troisième Mémoire, Loeb reconnaît que KCl, NaCl, $CaCl^2$ et le sucre de canne, en solutions à peu près isotoniques, déterminent les mêmes effets sur les œufs du *Chætopterus*, en particulier la formation de trochophores; mais KCl produit le développement à des doses moindres que les autres sels, et *même quand la pression osmotique est égale ou inférieure à celle de l'eau de mer*; tous les sels de potassium agissent de même : il y a donc une action spéciale de l'atome K. Loeb montre encore qu'il faut tenir compte aussi bien du temps d'exposition que de la concentration; mais une faible augmentation de la teneur en potassium produit le même effet qu'une forte augmentation de la durée d'action. Il signale enfin que le développement parthénogénétique peut avoir lieu *dans de l'eau de mer légèrement concentrée.*

Giard, Delage, Viguier, en particulier, ont repris les expériences de Loeb.

Je dirai plus loin les considérations importantes auxquelles a été conduit Giard.

Delage [1] admet les résultats de Loeb et les confirme; il opère sur les œufs du *Strongylocentrotus lividus*, et il montre que $MnCl^2$ a une efficacité supérieure à celle des sels alcalins.

Viguier les discute, les critique avec acharnement. Je rendrai compte, dans un paragraphe suivant, de la série des travaux de ce zoologiste. En 1900, il essaie un seul des réactifs de Loeb, et il n'obtient que des insuccès. « Je me serais bien gardé, dit-il récemment, de conclure des insuccès obtenus que ce réactif était sans action. Mais, au cours de mes expériences, je découvris la parthénogénèse naturelle, et, tout naturellement, je fus amené à me demander si les développements attribués aux réactifs ne devaient pas l'être à cette cause. Je pense maintenant que l'on peut considérer l'action des réactifs comme hors de doute; mais, pour un même réactif, le titre des solutions qui donnent de bons résultats varie beaucoup, d'après Loeb lui-même. »

3. *Agitation de l'eau.* — On doit à un élève de Loeb, Mathews, des observations intéressantes [2], relativement à la production de la parthogénèse par une agitation mécanique. Comme les résultats sont loin d'être constants, Viguier raille Mathews et son collaborateur Witcher, et d'une façon générale la mentalité de tous les élèves de Loeb. « On a fait sa théorie, petite ou grande, généralement la plus grande possible. Elle durera ce qu'elle durera; et, si elle n'éclaire pas beaucoup la science, elle mettra peut-être son auteur en lumière. Il ne reste plus qu'à savoir en quelle lumière. » Delage, au lieu de critiquer, vérifie les faits. Et, tout récemment, il est arrivé, comme nous l'avons vu, à une conclusion intéressante : « On peut par des agents mécaniques (secouage), ou physiques (chaleur), mettre les œufs d'Oursin réduits, au repos, et par suite rebelles à l'action de l'acide carbonique, dans un état de labilité nucléaire qui les rend sensibles à cette action et leur permet de se segmenter parthénogénétiquement ».

4. *Variations de la température.* — Un autre élève de Loeb, Greeley [3], a étudié l'influence des variations de température (abaissement et élévation). Avec des œufs d'*Arbacia* refroidis entre 0° et 5°, il n'obtint que de fausses segmentations; avec des œufs d'*Asterias Forbesii*, il parvint jusqu'au stade *Bipinnaria*. En élevant la température (31° à 37°), il n'a pu obtenir la segmentation des œufs de cette dernière espèce. Nous venons de voir le résultat obtenu par Delage, à la suite d'autres, d'ailleurs. Viguier paraît se désintéresser de la question.

5. *Radiations.* — Une seule observation semble avoir été faite sous l'influence des radiations. Les rayons cathodiques émis par le radium ont pu provoquer la segmentation des œufs du *Strongylocentrotus lividus :* on a obtenu des demi-morulas de seize cellules. Ceci est une simple indication : il est reconnu aujourd'hui que les rayons de Becquerel agissent normalement dans la Nature, et que l'action physiologique de ces rayons offre beaucoup de ressemblance avec celle des rayons lumineux [2].

§. 3. — Mécanisme de l'action des agents parthénogénétiques

J'ai déjà dit plus haut ce que je pensais de ceux qui croient expliquer l'action d'un agent sur la matière vivante en disant que cette action est celle d'un acide, d'un anesthésique, d'un narcotique...; on ne sait pas comment agissent ces diverses substances et si elles agissent dans toutes les circonstances de la même façon.

Je ne m'attarderai donc pas à discuter les opi-

[1] Delage : 1901. *Arch. Zool. exp.*, (déjà cité).

[2] Mathews : 1901. Artificial parthenogenesis produced by mechanical agitation. *Am. Journ. of Phys.*, VI, 142-154. — Mathews et Witcher : 1903. The importance of mechanical shock in protoplasmic activity. *Idem*, VIII, 300-306.

[3] Greeley : 1901. On the analogy between the effets of loss of water and lowering of temperature. *Am. Journ. of Phys.*, VI, 122-128. — 1902. Artificial parthenogenesis in starfish produced by a lowering of temperature. *Idem*, VII, 296-304.

[2] G. Bohn : 1903. *C. R. Ac. Sc.*, 4 mai et 21 novembre.

nions de ceux qui emploient des mots sans signification précise. Mais j'exposerai avec quelques détails des considérations de la plus haute importance, appuyées sur des faits précis, dues au Professeur Giard. Cet éminent biologiste a insisté à juste titre, depuis très longtemps, dans son enseignement et dans ses travaux[1], sur l'importance de l'*anhydrobiose* en Biologie : il entend par là le ralentissement des phénomènes vitaux sous l'influence de la déshydratation progressive ; il appelle *tonogamie* la parthénogénèse provoquée par une déshydratation suivie d'une hydratation.

1. *Tonogamie.* — Déjà en 1894, Giard montre que, si la déshydratation brusque est un danger pour l'être vivant qui la subit, la déshydratation progressive est sans danger et parfois même utile : elle entraîne la diminution des échanges respiratoires et de tous les phénomènes vitaux ; elle conduit à un état de vie latente dont le sommeil estival n'est qu'un cas particulier; mais l'état de torpeur cesse avec l'hydratation, et il en résulte une période réactionnelle, dans laquelle tous les phénomènes vitaux sont augmentés. Giard cite de nombreux exemples : graines, spores, bulbes, sclérotes, kystes de Protozoaires et de Protophytes, œufs d'*Apus*, Rotifères, Tardigrades, Nématodes, prolongation de l'état de nymphe, Mollusques terrestres, *Protopterus*... En plongeant un œuf de Ver à soie deux minutes dans l'acide sulfurique concentré, on obtient une éclosion précoce. En avril 1900, à Wimereux, Giard répète les expériences de Loeb et de Morgan, avec $MgCl^2$, sur les *Asterias rubens*[2], et obtient des résultats moins complets que ceux de Lœb (stade 16, souvent irrégulier au bout de douze heures); mais, au lieu de nier les résultats de Lœb, comme a tenté de le faire Viguier, — en éthologiste qui se rend vraiment compte des variations incessantes du milieu marin (voir II, § 1), — il ajoute : « Je ne doute pas qu'en opérant à une saison plus avancée et en variant les conditions de l'expérience, on ne puisse voir se former la larve *Brachiolaria* ». Le développement parthénogénétique ne commençait que lorsque les œufs étaient retirés de la dissolution saline et replacés dans l'eau de mer, c'est-à-dire *lorsque l'hydratation succédait à la déshydratation.* Le 4 août, Giard complète la Note du 12 mai : Viguier, qui n'a pas lu Lœb, vient en effet de « conclure[1] trop rapidement à l'inefficacité des solutions salines », alors que Bataillon[2], qui a expérimenté sur les œufs des Vertébrés inférieurs (Gardon, Grenouille) avec diverses solutions, vient de conclure que « le sérum, diphtéritique ou non, se comporte comme une solution isotonique, saline ou sucrée, et agit par sa pression osmotique ». Les expériences de Giard, comme celles de Lœb, ont été faites comparativement avec des témoins. « L'action chimique n'est pas primitive : elle est la conséquence de l'anhydrobiose suivie de déshydratation et elle consiste dans l'apparition de diastases qui rendent possible l'évolution cellulaire. » Le 5 janvier 1901, Giard consacre une note à la *tonogamie.* Beaucoup de substances dites anesthésiantes agiraient par déshydratation (observation de Lapicque, de Tuliberg, de Michel, de R. Dubois...); l'anhydrobiose est importante à considérer, non seulement au point de vue de l'évolution de l'œuf, mais encore au point de vue de l'évolution des autres cellules. Cette idée est particulièrement féconde ; elle vient de conduire J. Laurent[3] à l'explication de certaines particularités de structure des plantes que l'on peut provoquer par une modification de l'alimentation. « Les solutions suffisamment concentrées de diverses substances (NaCl, glycérine) provoquent le cloisonnement du péricycle; or, dans la racine, le péricycle peut être considéré comme une zone particulièrement critique (formation des radicelles)... Comme les solutions concentrées ont certainement pour effet de déshydrater partiellement le protoplasma, on est tenté de rapprocher cette conclusion de l'opinion des zoologistes qui considèrent la segmentation de l'œuf comme une conséquence de la déshydratation provoquée par la pénétration du spermatozoïde. »

En terminant sa Note, Giard insiste sur ce fait que « toutes les parthénogénèses provoquées ne sont pas nécessairement dues à la déshydratation suivie d'hydratation ; certaines actions mécaniques ou chimiques semblent, en effet, produire des résultats analogues à ceux obtenus par des modifications de la tension osmotique ».

2. *Action des ions métalliques.* — Lœb, parti d'un point de vue opposé, est arrivé progressivement au même résultat. Dans son Mémoire de 1899, il attribue la parthénogénèse à l'action des ions métalliques, et il pense même que le sperme agit en apportant des ions métalliques (Mg) à l'œuf; dans le Mémoire de 1900, il fait déjà intervenir l'augmentation de pression osmotique ; dans le Mémoire de

[1] Giard : 1894. L'anhydrobiose ou ralentissement des phénomènes vitaux sous l'influence de la déshydratation progressive. *Soc. Biol.*, 16 juin. — 1900. Développement des œufs d'Echinodermes sous l'influence d'actions kinétiques anormales (solution saline et hybridation). *Idem*, 12 mai. — A propos de la parthénogénèse artificielle des œufs des Echinodermes. *Idem*, 4 août. — 1901. Tonogamie. *Idem*, 5 janvier.

[2] (203 gr. $MgCl^2$, $6H^2O$ dans 1 litre eau distillée) + quantité égale eau de mer pure filtrée.

[1] Viguier : 1900. *C. R. Ac. Sc.*, 2 et 9 juillet.

[2] Bataillon : 1900. *C. R. Ac. Sc.*, 9 juillet.

[3] Laurent : 1902. Nutrition carbonée des plantes vertes. *Thèse*. Paris (juin).

1901, il conclut que *la pression osmotique est un facteur important, mais non indispensable;* il vient précisément d'obtenir la parthénogénèse chez le Chaetoptère avec des solutions potassiques même moins concentrées que l'eau de mer; il y aurait une action spécifique des ions métalliques « catalyseurs »; dans l'œuf, il y aurait deux substances antagonistes : l'une le poussant à se diviser, et qui serait favorisée par les ions catalyseurs, l'autre déterminant sa mort.

Une élève de Giard, Mme Rondeau-Luzeau[1], arrive à une conclusion analogue : « L'influence des chlorures dissous sur le développement des œufs de Batraciens se manifeste par une action physique due à l'hypertonicité des solutions, et par une action chimique, qui le plus souvent caractérise le sel employé. »

3. *Excitation ou inhibition?* — Quelle est l'action des ions métalliques? On ne peut faire à ce sujet que des hypothèses, et je ne sais pas si l'on ajoute quelque clarté au phénomène de la parthénogénèse en y faisant intervenir des phénomènes électriques. Delage croit nécessaire de démontrer que le spermatozoïde n'agit pas en apportant à l'œuf des ions Mg^2 et attribue la parthénogénèse non à une excitation, mais à une inhibition portant sur la sortie des globules polaires (voir III).

V. — Prétendue parthénogénèse naturelle.

Viguier[3] et Ariola[4], qui ont opéré sur les bords de la Méditerranée, prétendent que beaucoup de cas attribués à la parthénogénèse artificielle doivent l'être à la parthénogénèse naturelle.

En 1876, Greeff signalait la parthénogénèse naturelle de l'*Asterias rubens*. Depuis, Cuénot, Giard signalèrent l'hermaphroditisme successif de l'*Asterina gibbosa*, de l'*Echinocardium cordatum*, et rapprochèrent ces cas de l'hermaphroditisme simultané des Synaptes et de diverses Ophiures. Dans ses deux premières Notes, Viguier signale la parthénogénèse naturelle chez trois espèces d'Oursins, et aussitôt Loeb s'empresse de déclarer que le fait est impossible. Il s'en est suivi une polémique assez vive qui est racontée tout au long dans le Mémoire qui vient de paraître (août 1903). Viguier fournit des détails sur la technique qu'il a employée et donne le procès-verbal de toutes ses expériences. Celles-ci ont porté sur : *Arbacia pustulosa* Gray, *Strongylocentrotus lividus* Brandt, *Sphaerechinus granulanis* A. Ag. (vivant à une certaine profondeur). Viguier dit qu'il a employé toutes les précautions nécessaires pour que les spermatozoïdes ne soient pas apportés par l'eau des expériences; mais, malgré quelques déterminations de densité effectuées par le Dr Bounhiol, le déterminisme de ses expériences n'offre aucune rigueur : il ne fournit aucune indication sur la composition chimique de l'eau de mer où il plonge ses œufs et sur les variations possibles qu'elle peut subir en milieu confiné et dans les laboratoires; par conséquent, au point de vue auquel il se place, ses expériences n'ont aucune valeur. J'en donnerai cependant les résultats principaux : Un nombre considérable de larves apparaissent parmi les témoins de certaines cultures, et, pour les *Strongylocentrotus* en particulier, la solution saline ($MgCl^2$) retarde le développement, l'arrête même parfois, ce qui est le contraire des conclusions de Lœb. Viguier conclut qu'il y a *parthénogénèse naturelle*, inconstante, et que « les Oursins doivent être complètement éliminés des recherches sur la fécondation chimique, car, pour attribuer, avec autant d'assurance que le fait Loeb, le développement des œufs à l'action du liquide d'expérience, il faudrait être absolument garanti contre la parthénogénèse naturelle ». On peut conclure autrement : Il n'y aurait pas parthénogénèse naturelle, mais bien *parthénogénèse artificielle provoquée par les conditions défectueuses des laboratoires*, par la variabilité incessante de la composition de l'eau de mer, surtout dans la Méditerranée (II, § 1), et les Oursins ne doivent être éliminés des recherches sur la fécondation chimique que par ceux qui ne savent pas déterminer avec précision les conditions dans lesquelles ils opèrent.

La même observation s'applique aux expériences d'Ariola.

VI. — Parthénogénèse naturelle.

La critique précédente n'est point la négation absolue de la parthénogénèse naturelle des Echinodermes. Il est fort probable qu'en certains points de la Méditerranée, les œufs des Echinodermes sont susceptibles de se développer sans le concours des spermatozoïdes.

Examinons rapidement les différents cas de parthénogénèse naturelle connus :

1° Dans la mer, la parthénogénèse serait pré-

[1] Mme Rondeau-Luzeau : 1902. Action des chlorures en dissolution sur le développement des œufs de Batraciens. *Thèse*, Paris (juin).

[2] Y. et M. Delage : *C. R. Ac. Sc.*, 24 décembre 1900.

[3] Viguier : 1900. *C. R. Ac. Sc.*, 2 et 9 juillet. Fécondation chimique ou parthénogénèse. *Ann. Sc. Nat.*, (8), 87-138. — 1901. *C. R. Ac. Sc.*, 10 juin et 15 juillet. — 1902. *C. R. Ac. Sc.*, 7 et 21 juillet. — 1903. Contribution à l'étude des variations naturelles ou artificielles de la parthénogénèse. *Ann. Sc. Nat.*, (8), XVII, 1-141 (avril-août).

[4] Ariola : 1901. La pseudogamia osmotica nel *Dentalium*. *Mitth. aus. d. Zool. Station zu Neapel*, XV — 1902. La natura della Parthenogenesis nell *Arbacia*. *Atti della Soc. Ligustica di Scienze*, XII.

sentée par des Echinodermes et par des Annélides, animaux dont les œufs ont une membrane semi-perméable et sont pondus dans le milieu extérieur; chez les Echinodermes, le phénomène semble limité à certains habitats; ces animaux sont calcigènes et peuvent vivre avec profit dans des eaux chargées de CO^2 et de AzH^3, eaux où les phénomènes de calcification sont si intenses; or, précisément ces eaux, qui se rencontrent dans certaines calangues de la Méditerranée et dans certains fonds, excitent les œufs; les Annélides parthénogénétiques vivraient également dans les fonds chargés de CO^2 (Chaetoptère);

2° Dans les *mares*, la parthénogénèse est très fréquente; or, là encore, dans ces milieux confinés, on retrouve en abondance les excitants de l'œuf;

3° Chez les *Insectes*, on a observé communément depuis longtemps des cas de parthénogénèse; or, les Insectes ont une activité musculaire très grande et souvent une excrétion assez imparfaite, en sorte que les poisons de la fatigue peuvent s'accumuler dans le sang et produire des troubles toxiques, qui atteignent leur maximum pendant les périodes de métamorphose;

4° La parthénogénèse se complique parfois de progénèse chez les Amphibiens des mares, chez les Insectes; mais, chez les parasites, c'est la règle : l'intoxication est très intense; elle porte sur les cellules-mères des œufs qui se différencient de bonne heure et qui donnent des œufs capables d'évoluer à un stade très précoce du développement.

On peut faire la double constatation suivante :

1° Les animaux chez lesquels on peut produire facilement la parthénogénèse artificielle (Echinodermes, Annélides, Amphibiens, Poissons d'eau douce) sont voisins d'animaux qui présentent la parthénogénèse naturelle. (Si on les excluait, comme le veut Viguier, que resterait-il?)

2° Les meilleurs agents pour la parthénogénèse artificielle (CO^2, sels) sont précisément ceux qui agissent dans l'eau de mer, dans les mares, dans les milieux organiques pour produire la parthénogénèse naturelle.

Pour arriver à produire la parthénogénèse chez un animal par des excitants artificiels, il est nécessaire, en quelque sorte, que celui-ci ait acquis, sous l'influence des excitants naturels, une prédisposition spéciale.

VII. — Rôle du spermatozoïde.

On pourrait se demander maintenant quel est le rôle du spermatozoïde? Ceci nous entraînerait à aborder les théories de la fécondation, déjà exposées ici[1], et à sortir quelque peu de notre sujet. Je dirai seulement, avec Loeb et Giard, que le spermatozoïde a un double rôle : un rôle dans la transmission des caractères héréditaires, pour lequel intervient la chromatine (phénomène nucléaire), et un rôle dans l'excitation de l'ovule, pour lequel il peut être remplacé par des excitants divers. Le mécanisme de l'excitation de l'ovule par le spermatozoïde pourrait, s'il était suffisamment connu, nous intéresser ici; mais cette excitation est-elle d'ordre chimique ou d'ordre mécanique? On ne peut faire que des hypothèses à cet égard; si l'on admettait la première hypothèse, il serait difficile de savoir s'il s'agit d'un effet chimique direct ou d'un effet indirect (zymase).

VIII. — Conclusion.

La découverte de Loeb a été particulièrement féconde; elle a provoqué de nombreuses recherches dans diverses directions; elle a suscité des théories intéressantes. Toutefois, les nombreux expérimentateurs, zoologistes, histologistes, physiologistes, médecins, qui ont abordé la question de la fécondation chimique, ont accumulé des faits sans suivre une méthode rigoureuse, et les ont interprétés souvent d'une façon défectueuse; les faits se contredisent, les interprétations s'opposent à toute coordination; on discute avec âpreté et la discussion est le plus souvent stérile; en un mot, le plus grand désarroi règne. J'ai indiqué dans cet article, qui est une revue critique d'ensemble de la question, les deux principales causes de ce désarroi : 1° on n'a pas tenu compte des variations de la composition des liquides naturels dans lesquels les œufs peuvent se développer; 2° on a discuté les faits observés en se servant de mots impropres à les désigner, parce qu'empruntés au langage médical.

Cependant, la lumière commence à se faire, grâce surtout à Loeb et à Giard. Loeb, en véritable physiologiste, a étudié les manifestations de la matière vivante dans les organismes les plus variés, aux divers stades de leur développement et au sein de leurs divers tissus. Giard, en véritable biologiste, a étudié les manifestations des organismes vivants dans les divers habitats, a dégagé l'action des facteurs primaires (excitants chimiques, mécaniques et physiques) sur l'évolution des formes. L'un et l'autre ont tenu compte des multiples variations dues, soit à l'organisme lui-même, soit au milieu extérieur, et n'ont point perdu de temps à discuter sur des mots vides de sens. Ils nous ont indiqué la voie à suivre.

Georges Bohn,
Docteur et agrégé ès sciences
Préparateur chef à la Faculté des Sciences de Paris.

[1] Delage : 1901. *R. gén. Sc.*, XII, 864-880.

LA CONQUÊTE ÉCONOMIQUE DE L'AFRIQUE PAR LES VOIES FERRÉES

Le partage de l'Afrique, par la délimitation des sphères d'influence, est aujourd'hui un fait accompli. Toutefois, les lignes conventionnelles, ainsi tracées sur la carte, ne sauraient constituer une barrière contre les empiètements d'ordre économique. Or, en fin de compte, ce sont les conquêtes industrielles et commerciales qui marqueront à chaque pays d'Europe son champ d'action, ses débouchés, dans l'intérieur du continent noir.

Aux colonies, l'hégémonie politique est un leurre, du moment où la suprématie économique ne vient pas la compléter[1]. La première, en effet, doit avoir uniquement pour but d'arriver à la seconde. Sinon, on aura, en définitive, tiré les marrons du feu au bénéfice de ses concurrents et de ses rivaux.

La prise de possession militaire d'abord, l'organisation civile et administrative ensuite, n'épuisent donc pas la tâche incombant aux gouvernements intéressés. Ils ont encore pour mission d'encourager l'esprit d'initiative de leurs nationaux, de faciliter à ceux-ci l'exploitation, la mise en valeur, sous tous les rapports, des territoires annexés ou protégés. Or, c'est surtout par l'ouverture de voies de communications sûres, rapides et à bon marché, que ces résultats peuvent être atteints.

Le problème africain se résume ainsi, à l'heure actuelle, en la création de réseaux ferrés de pénétration. Car la masse compacte du continent ne se laisse guère attaquer par les routes fluviales. Le seul moyen pratique d'avancer vers l'intérieur, c'est d'avoir recours à la locomotive.

A tout prendre, le rail fournit l'arme pacifique, mais décisive, qui, habilement maniée, donnera la prépondérance industrielle et commerciale sur la terre d'Afrique. Certaines puissances européennes, mieux inspirées que leurs rivales, s'en sont avisées depuis longtemps. Aussi bien, ont-elles pris les devants, déroulant hardiment les rubans d'acier vers des postes lointains qui, dès aujourd'hui, sont devenus à leur profit autant de centres d'attraction et de développement économique. Ces extensions leur ont permis de s'assurer d'emblée des positions très avantageuses, et d'acquérir, pour le moment du moins, une supériorité incontestable.

Il importe d'appeler sérieusement l'attention sur l'inquiétant état de choses créé par un tel déploiement d'activité, et dont notre pays, pendant les dix dernières années, ne s'est peut-être pas suffisamment préoccupé. En exposant la situation présente des chemins de fer africains, en indiquant les projets à l'étude et les lignes en cours de construction, il sera possible de se rendre compte si la France a été distancée; jusqu'à quel point elle se trouve, par cela même, en mauvaise posture; comment, enfin, elle pourra déterminer le rétablissement de l'équilibre, rompu à son détriment.

I

Voici le tableau qui récapitule, pour l'année 1903, les longueurs kilométriques des voies ferrées en exploitation dans les différentes régions du continent noir :

Colonies françaises :		
Algérie	2.933 kilom.	
Tunisie	948 —	
Afrique occidentale	843 —	
Djibouti	296 —	
Ile de la Réunion	147 —	
Total		5.167 kilom.
Egypte :		
Chemins de fer de l'État	2.245 kilom.	
Compagnies privées	1.147 —	
Lignes militaires du Soudan	1.254 —	
Total		4.646 —
Colonies anglaises :		
Colonie du Cap	3.416 kilom.	
Natal	960 —	
Transvaal et Orange	2.128 —	
Rhodésia	1.840 —	
Afrique orientale	936 —	
Afrique occidentale	300 —	
Ile Maurice	167 —	
Total		9.747 —
Colonies allemandes :		
Afrique orientale	50 kilom.	
Afrique du Sud-Ouest	194 —	
Total		244 —
Colonies portugaises :		
Angola	543 kilom.	
Mozambique	400 —	
Total		943 —
Colonies italiennes :		
Erythrée		[illegible] —
Etat indépendant du Congo		398 —
Total général		21.173 kilom.

En dernière analyse, il n'existe que trois véri-

[1] « Where economic supremacy subsists, political rivalry is not dangerous; where political supremacy subsists, economic rivalry can undermine it; where neither subsists, economic invasion prevents political invasion by a rival ». ALEXANDER ULAR : England, Russia and Thibet (*The contemporary Review*, December 1902.)

tables réseaux : ceux de l'Algérie-Tunisie, de l'Égypte et de l'Afrique Australe. Le premier forme un ensemble complètement isolé ; les deux autres servent de base, au Nord et au Sud, à la grande artère du Caire au Cap.

Quant aux lignes transversales, — anglaises, allemandes et portugaises du côté de l'Océan Indien ; belges, anglaises et portugaises au départ de l'Atlantique du Sud, — elles constituent les amorces, déjà considérablement développées, de deux et peut-être trois voies de communication directes entre les côtes Est et Ouest, au-dessous de l'Équateur.

Finalement, les chemins de fer français, anglais et allemands de l'Afrique Occidentale, de même que ceux de la Mer Rouge, sont autant d'entreprises indépendantes, ayant pour but de relier au littoral, soit les biefs navigables des grands fleuves, soit certaines contrées dépourvues, en l'état, de toute porte de sortie praticable.

FIG. 1. — *Réseau des chemins de fer africains.*

Des réseaux à mailles plus ou moins serrées, en exploitation dans les trois principales colonies organisées à l'européenne ; trois ou quatre transcontinentaux, dont l'un de la Méditerranée au Cap, et les autres de l'Atlantique à l'Océan Indien, en cours d'exécution par toutes les extrémités à la fois ; une série de railways de pénétration, entièrement autonomes, visant chacun un objectif spécial

et restreint, qui se construisent simultanément et sont déjà, sur plusieurs sections, livrés à la circulation; — tel est, au début du vingtième siècle, le bilan africain en matière de voies ferrées.

II

Les premiers chemins de fer dont a été dotée l'Algérie, il y a plus de trente-cinq ans, ceux d'Alger à Oran (426 kilomètres) et de Philippeville à Constantine (87 kilomètres), ont fait l'objet de concessions à la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée.

C'est seulement de 1875 que date la formation de Compagnies exclusivement algériennes. Or, celles-ci, seize ou dix-sept ans durant, n'ont pas cessé de construire.

Mais, depuis lors, le Parlement s'étant montré hostile au vote de nouvelles garanties d'intérêt, tout est resté en suspens. A peine si, dans le Sud-Oranais, un prolongement d'à peu près 150 kilomètres a pu être exécuté au-delà d'Aïn-Sefra.

En somme, et en faisant abstraction des trois récentes lignes d'intérêt local ainsi que des tramways sur routes[1], on constate, pour la dernière période décennale, un arrêt complet dans le développement du réseau d'intérêt général de la colonie. Rien, cependant, ne paraît moins justifié que cette inaction persistante.

Le grand central algérien court parallèlement à la mer, de Tlemcen à Sidi El Hemessi, sur une longueur d'environ 1.250 kilomètres, en passant par Sainte-Barbe-du-Tlelat, où se trouve la bifurcation sur Oran; par la Maison-Carrée, qu'un tronçon de 15 kilomètres relie à Alger; par le Kroubs, situé à 15 kilomètres de Constantine et tête de ligne du réseau Bône-Guelma, se dirigeant vers la Tunisie. Des embranchements orientés vers le Nord y rattachent les ports principaux des trois provinces : Arzew, Mostaganem, Bougie, Philippeville et Bône. Quant aux voies de pénétration qui y prennent appui, elles sont au nombre de trois, en écartant celles de Sainte-Barbe du Tlelat à Ras El Ma (151 kilomètres) et de Soukahras à Tebessa (128 kilomètres), qui ne sont susceptibles ni l'une ni l'autre d'un prolongement autonome vers le Sud.

[1] La ligne d'Oran à Arzew (43 kilomètres), exploitée par la Société des Chemins de fer algériens; la ligne d'Aïn-Mokra à Saint-Charles (65 kilomètres), concédée à la Compagnie de Mokta El Hadid par la loi du 25 avril 1900; la ligne d'Aïn-Beïda à Khenchela (54 kilomètres), concédée à la Compagnie de l'Est algérien par la loi du 20 juillet 1900. La première de ces lignes est à voie de 1m,05; les deux autres sont à voie de 1 mètre.

La Société des Chemins de fer sur routes en Algérie a un réseau de 173 kilomètres de tramways dans le département d'Alger; M. Emile Labori a la concession du tramway de La Calle à Bône, 87 kilomètres.

En Oranie, le rail s'avance d'Arzew jusqu'à Beni-Ounif, en face de l'Oasis de Figuig, à une distance de 600 kilomètres de la Méditerranée. D'Alger, il atteint péniblement Berrouaghia, après un parcours de 138 kilomètres. Dans le département de Constantine, son point terminus se trouve à Biskra, que 328 kilomètres seulement séparent de Philippeville. Au Centre comme à l'Est, ces modestes résultats sont acquis depuis douze ans, et l'on semble résigné à s'en contenter; à l'Ouest, il a fallu quinze ans, de 1888 à 1903, pour franchir les 150 kilomètres, existant entre Aïn-Sefra, Djenian bou Resk, Duveyrier et Beni-Ounif!

La France s'est donc enfermée dans l'attitude que les Anglais définissent, par une expression caractéristique mais intraduisible, comme étant celle de « masterly inactivity ». Au point de vue général africain, qui est d'ordre impérial si l'on peut ainsi dire, notre pays a négligé de se servir de l'incomparable base d'opérations que lui offrent ses possessions méditerranéennes pour la pénétration vers les régions soudanaises. En ce qui concerne l'Algérie elle-même, prise dans ses limites propres, il s'est borné à y créer un réseau restreint, à l'élaboration duquel ont présidé trop souvent des préoccupations politiques et électorales, au détriment des considérations purement économiques.

Ces circonstances spéciales expliquent les anomalies que l'on relève dans l'établissement et l'exploitation des voies ferrées algériennes. Il est permis d'en prévoir l'élimination successive, aujourd'hui que la colonie a la haute main sur son budget et a pris en charge l'administration de ses railways. La refonte des conventions, l'unification des Compagnies[1], le remaniement des tarifs, constituent autant de questions nécessitant une prompte solution. Or, celles-ci seront bien mieux et plus rapidement traitées à Alger qu'à Paris. Dès lors, les travaux de construction recevront sans doute une nouvelle impulsion, en vue de l'achèvement du réseau actuel.

Les projets à étudier en ce sens devront surtout avoir pour but de répondre aux désidérata agri-

[1] La Compagnie P.-L.-M. a les lignes d'Alger à Oran et de Constantine à Philippeville, soit 513 kilomètres. La Compagnie de l'Est Algérien exploite un réseau de 887 kilomètres, comprenant la ligne d'Alger à Constantine, avec les embranchements sur Tizi-Ouzou, sur Bougie, sur Batna et Biskra, sur Aïn-Beïda. La Compagnie de l'Ouest Algérien a 368 kilomètres, de Sainte-Barbe du Tlelat à Ras El Ma et à Tlemcem, puis de Blidah à Berrouaghia. La Compagnie du Bône Guelma possède 436 kilomètres, du Kroubs à Duvivier, à Bône et à Sidi El Hemessi, enfin de Soukahras à Tebessa. L'Etat exploite les lignes de l'ancienne Compagnie franco-algérienne, d'Arzew à Aïn-Sefra, à Duveyrier et à Beni-Ounif, sur une longueur de 600 kilomètres, ainsi que les 202 kilomètres de Mostaganem à Tiaret. La Compagnie de Mokta-El-Hadid, finalement, a les 33 kilomètres entre Bône et Aïn-Mokra.

coles, industriels et miniers. L'écoulement à bon marché des céréales et des vins est assez bien assuré, principalement sur les Hauts Plateaux de la province de Constantine, puis dans le Tell Algérois et Oranais[1]. Mais les richesses minérales de la Kabylie et de l'Aurès restent inexploitables, faute de moyens de transport. Le gisement de fer de Djebel-Anini, situé sur la route directe de Sétif à Bougie, fournit à cet égard un exemple éloquent. Certes, la ligne de Soukahras à Tebessa a rendu possible l'exportation des phosphates. Seulement, ceux-ci ont été découverts après l'ouverture du chemin de fer, et ce dernier était simplement destiné à donner au port de Bône la contre-partie de la ligne des Ouled Rahmoun à Aïn-Beida, accordée à Constantine et au port de Philippeville. Le hasard, en l'espèce, a bien fait les choses; personne, toutefois, ne saurait s'en attribuer le mérite.

Quoi qu'il en soit, l'ère nouvelle qui s'ouvre pour l'Algérie va mettre fin à la période de piétinement sur place, à laquelle succédera une phase active et de progrès.

L'autonomie financière, dont jouit aujourd'hui la colonie, lui donne le moyen d'approprier à ses besoins le système de ses chemins de fer. Les extensions rationnelles qui s'imposent ne tarderont donc pas à être entreprises, au plus grand profit de l'essor économique de l'Afrique française du Nord.

[1] Il n'en est pas de même des expéditions de moutons, puisque les lignes de pénétration sont insuffisamment avancées dans le Sud Algérois et Constantinois.

D'autre part, l'indépendance administrative et budgétaire, décrétée en faveur des territoires du Sud, autorise l'espoir que la Métropole ne reculera pas davantage devant un effort sérieux pour lancer vers l'intérieur une grande artère de pénétration.

III

A la différence de ce qui se passe en Algérie, le Protectorat tunisien travaille énergiquement à outiller la Régence de multiples voies ferrées.

Une seule Compagnie, celle de Bône-Guelma, exploite l'ensemble du système, à l'exception de la ligne de Sfax à Gafsa, uniquement établie en vue de l'exportation des phosphates du massif du Metlaoui.

Ce qu'on appelle l'ancien réseau, c'est le prolongement du grand central algérien jusqu'à Tunis, à travers la vallée de la Medjerdah, sur une étendue de 204 kilomètres.

Le nouveau réseau se compose des railways côtiers, desservant Bizerte, Hammam-Lif, Zaghouan, Nebeul et Sousse, avec un développement total de 473 kilomètres, y compris les trois amorces vers l'intérieur, de Zaghouan dans la plaine du Fahs, de Sousse à Kairouan et de Sousse à Moknine[1].

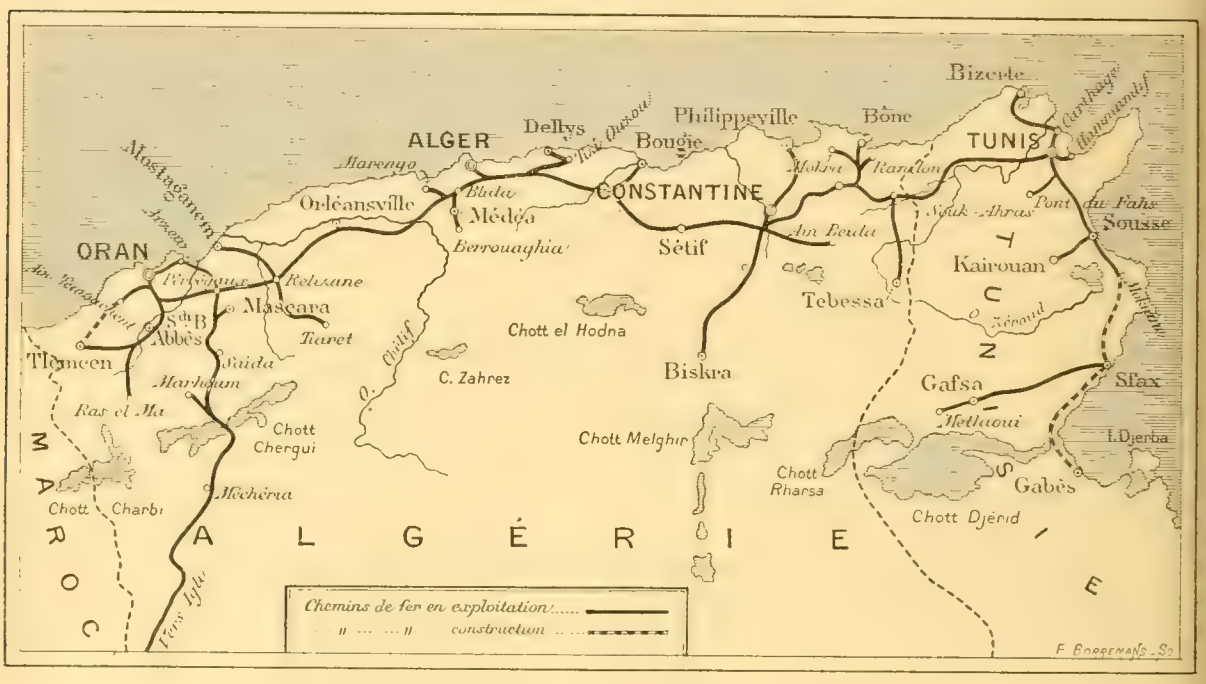


Fig. 2. — *Réseau des chemins de fer algériens et tunisiens.*

[1] Voici le détail du nouveau réseau : Djedeïdah à Bizerte, 73 kilomètres; Tunis à Hammam Lif, 17 kilomètres; Tunis à Zaghouan avec embranchement sur la plaine du Fahs et sur Crétéville, 86 kilomètres; prolongement de la ligne de Tunis à Hammam Lif sur Nebeul avec embranchement

Il s'agit maintenant de pousser plus loin ces amorces, afin de les transformer en de véritables chemins de fer industriels. Tel a été le but de la loi du 30 avril 1902, autorisant le Gouvernement tunisien à contracter un emprunt de 40 millions de francs.

Du Pont du Fahs, on ira jusqu'à Kalaat-es-Senam[1], où se trouvent de grands gisements de phosphate, dont la mise en œuvre est prévue et même imposée aux concessionnaires. Dépassant Kairouan, le rail se dirigera sur Sbiba, centre, également, d'une région phosphatière. Quant au district des Nefzas, connu pour ses mines de fer, il sera relié à Bizerte. Enfin, Sfax va être rattaché au réseau de Sousse, ce qui fera cesser l'isolement de la ligne de Gafsa.

On ne saurait nier que le Protectorat n'ait suivi une politique très rationnelle, en ce qui regarde l'établissement des communications dans la Régence. Il les a surtout envisagées et étudiées, selon une conception absolument juste, comme les facteurs essentiels de l'évolution économique du pays. Sous ce rapport, le contraste avec l'Algérie saute aux yeux.

Seulement, — et il n'est qu'équitable de le reconnaître, — Tunis a, dès l'origine, bénéficié d'une liberté d'action qu'Alger n'a jamais pu obtenir avant l'année dernière. Encore se ressentira-t-on longtemps, dans l'ancienne capitale des deys, des ingérences électorales dont le beylick se trouve être complètement affranchi. D'autre part, les rivalités départementales et locales, si vives d'Oran à Constantine et à Bône, ne se manifestent dans la province autonome de l'Est qu'en des proportions fort restreintes. Elles se bornent à la lutte entre Tunis et Bizerte, puisque la pénétration vers le Soudan ne peut devenir un sujet de discorde. En effet, le Transsaharien oriental reste, jusqu'à nouvel ordre, une entreprise difficilement réalisable, étant donné que son tracé emprunte nécessairement le territoire ottoman, tout au moins de Rhadamès à Rhat.

Bizerte, port militaire de premier ordre, aspire à jouer également un rôle prépondérant, en tant que port de commerce. Ses intérêts entrent ainsi en collision avec ceux de Tunis, d'un côté, avec ceux de Bône, de l'autre.

La loi du 30 avril 1902 lui a déjà donné satisfaction dans la mesure du possible, en étendant sa sphère d'attraction à la région des Nefzas. Mais le port de Bizerte réclame et demande davantage. Il ne se contente même pas de la ligne stratégique de Béjà à Mateur, dont l'exécution est décidée et qui le mettra en relation directe avec la haute Medjerdah et le réseau algérien. Il exige, par surcroît, sous prétexte de s'assurer le fret de retour pour les arrivages de charbon, que les minerais de fer du massif de l'Ouenza lui soient amenés au moyen d'un railway de 270 kilomètres.

Une discussion des plus importantes s'est déroulée à ce propos devant la Réunion d'Etudes Algériennes[1]. Les représentants de Bône ont soutenu que leur ville est le port d'embarquement tout désigné pour les produits du Djebel Ouenza, celui-ci, au surplus, étant situé dans le département de Constantine. Mais il semble bien démontré que les arguments techniques militent en faveur du tracé sur Bizerte. Cependant, aucune solution n'est encore intervenue et la question reste ouverte.

En tout cas, l'émulation entre Tunis et Bizerte, au lieu de nuire au développement du réseau de la Régence, a plutôt exercé une action en sens inverse. Le Protectorat est comme un homme heureux : toutes les circonstances, même celles qui, au premier abord, paraissaient devoir porter préjudice à ses efforts, finissent par tourner à son avantage.

IV

La puissance européenne à laquelle revient l'honneur d'avoir accompli, jusqu'à présent, l'œuvre la plus considérable pour l'introduction du rail en Afrique, est incontestablement l'Angleterre. Le moment paraît proche où les locomotives britanniques circuleront entre le Caire et le Cap.

Dans le nord-est du continent, elles vont déjà à Khartoum, distant d'Alexandrie de 2.220 kilomètres. Les chemins de fer de l'État égyptien, qui s'arrêtaient d'abord à Siout (378 kilomètres au sud du Caire), ont été chargés depuis des 127 kilomètres construits en 1881 par les Anglais pour atteindre Kenneh. De ce dernier point à Assouan, où se rencontre la première cataracte du Nil, l'exploitation de la voie ferrée se trouve entre les mains d'une Compagnie privée[2], jouissant de la garantie du Gouvernement khédivial. Au delà, à partir de Ouadi-Halfa, commence la ligne militaire du Soudan, raccordée au réseau égyptien par le petit tronçon, établi dès 1874 et 1875, de la première à la seconde cataracte.

Cette ligne militaire est intéressante à plus d'un titre. Elle comporte deux embranchements : l'un, de 928 kilomètres, se dirigeant droit sur Khartoum

sur Menzel bou Zelfa, 73 kilomètres; de la ligne de Nebeul (de Berbou-Rekba) à Sousse, 83 kilomètres; de Sousse à Kairouan, 98 kilomètres; de Sousse à Moknine, 48 kilomètres; de Tunis à la Goulette et à la Marsa, 35 kilomètres.

[1] Avec embranchement sur le Kef.

[1] *Bulletin*, nos 1, 2, 3 de janvier et février-mars 1903.

[2] La Société anonyme du chemin de fer de Kenneh à Assouan.

à travers le désert de la Nubie; l'autre, de 326 kilomètres, poussé dans la province de Dongola jusqu'à Kerma.

Bien que l'exécution ait eu lieu avec une extrême rapidité, la dépense moyenne par kilomètre n'a pas dépassé 47.500 francs. Il est vrai que les difficultés techniques ont été nulles; entre Ouadi Halfa et Abou-Hammed existe un alignement droit de 72 kilomètres! Les déclivités restent dans la limite de 0m,008; quant aux ouvrages d'art, en dehors du pont de 306 mètres sur l'Atbara, ils sont peu importants.

La marche hâtive des travaux a même eu pour résultat de réduire au minimum les petits ponts et les canaux ou fossés d'assainissement.

Dès lors, à chaque crue des oueds traversés, les terrassements avoisinants sont enlevés. Cet état de choses entraîne de constantes réparations et nécessite l'établissement d'une série d'ouvrages supplémentaires, dont le coût viendra augmenter le montant de la dépense kilométrique. Les chemins de fer au sud de Ouadi-Halfa fournissent déjà des données fort utiles concernant l'exploitation en pays désertique. On y a constaté l'usure rapide des rails par le sable et la destruction des traverses en bois par les termites. On s'y est vu contraint d'organiser des trains d'eau, la nappe souterraine n'ayant été trouvée qu'en deux endroits, à 22 et à 29 mètres de profondeur, sur toute l'étendue des 380 kilomètres qui séparent Ouadi-Halfa d'Abou-Hammed.

Ce dernier point, bien que la température estivale y soit excessive, comporte un dépôt de locomotives avec une installation pour les petites réparations, les grands ateliers étant établis à Ouadi-Halfa et à Shendi. Ceux-ci ont une tâche très ardue à remplir, puisqu'ils doivent assurer l'entretien de sept types différents de machines. En effet, l'Administration militaire, désireuse de hâter l'ouverture de sa ligne, s'est équipée où et comme elle a pu.

La circulation hebdomadaire comprend jusqu'ici deux trains express en chaque sens, avec des voitures-salons, des restaurants et des wagons-lits. En outre, un train de marchandises transportant des voyageurs est quotidiennement mis en marche dans l'une et l'autre direction.

Les recettes, qui étaient de 3.600.000 francs en 1900, ont dépassé 4.000.000 de francs, soit 3.200 francs par kilomètre en 1902. Le coefficient d'exploitation est assez élevé; il atteint 77 %. Le train-kilomètre coûte ainsi 3 fr. 47 sur la ligne principale de Khartoum, et 4 fr. sur l'embranchement de Kerma. Le trafic vers le sud est fourni par les approvisionnements militaires et les matériaux de construction; les transports vers le Nord comprennent le caoutchouc, l'ivoire, les plumes d'autruche et les céréales. Cette énumération démontre que les expéditions ne portent encore que sur des tonnages fort modestes; néanmoins, elles suffisent pour couvrir largement les frais d'exploitation. C'est là, à l'égard des railways désertiques, un résultat intéressant à constater.

Fig. 3. — *Réseau des chemins de fer égyptiens.*

L'achèvement, jusqu'au lac Albert, de la partie septentrionale du transcontinental entre le Caire et le Cap, reste provisoirement en suspens, Lord Cromer ayant déclaré qu'il n'en voyait pas l'utilité. Par contre, les Anglais sont décidés à reprendre le projet d'une voie ferrée du Nil à la mer Rouge. En 1885, la tentative de relier Berber à Souakim a dû être abandonnée, après d'énormes sacrifices d'argent, faits pour l'exécution des 32 premiers kilo-

mètres. Aujourd'hui, on ira directement de Khartoum à Kassala, centre commercial très important, puis de là à Souakim ou bien à Massaouah. Les travaux pouvant être attaqués des deux côtés à la fois, le succès est désormais certain et sera sans doute rapidement obtenu.

D'ailleurs, dans la pensée des autorités britanniques, Kassala paraît désigné comme point de départ d'une grande ligne vers le Sud, à travers l'Abyssinie. Le traité conclu avec le Négus, au commencement de l'année dernière, ouvre aux rails anglais le passage en territoire éthiopien. On les conduira par Gedaref jusqu'à Roseires sur le Nil Bleu, pour les diriger ensuite vers Itang qu'arrose le Baro, affluent du Sobat. L'objectif final sera le lac Rodolphe que, d'autre part, un tronçon de 160 kilomètres mettra en communication avec le chemin de fer de l'Ouganda. Le réseau égyptien se trouvera, dès lors, rattaché à celui de l'Afrique orientale.

V

La contre-partie de ce qui n'existe encore qu'à l'état de projet au-dessus de l'équateur — l'établissement de la demi-boucle sans solution de continuité entre la Méditerranée et l'Océan Indien — se trouve déjà réalisée dans la partie australe du continent noir. En effet, le 6 octobre 1902 a eu lieu, à 1.000 kilomètres de la côte orientale et à 2.275 kilomètres du Cap, la soudure entre les lignes se dirigeant de Beïra par Salisbury vers l'Ouest et de Capetown par Boulouwayo vers le Nord.

Le système des chemins de fer sud-africains s'est développé, depuis quinze ans, dans des proportions vraiment extraordinaires. En 1889, à l'époque où fut fondée la Chartered C°, la voie ferrée venant du Cap s'arrêtait à Kimberley et celle de Beïra n'avait même pas été mise à l'étude. Aujourd'hui, après une période d'activité fiévreuse à laquelle la guerre anglo-boer n'a nullement coupé court, la situation se résume dans les chiffres éloquents du tableau I ci-après.

C'est surtout dans la Rhodésia que, sous l'énergique impulsion de Cécil Rhodes, les voies ferrées ont pris un essor vigoureux. Le réseau de la colonie du Cap finit à Vryburg; au delà de ce point, la construction de la partie australe du transcontinental vers le Caire a été assumée par la Chartered C°[1].

Celle-ci poursuit sans hésitation la marche au Nord. Boulouwayo est depuis longtemps dépassé; Wankie, avec ses gisements de charbon, vient d'être atteint. Aux 330 kilomètres ainsi franchis s'ajouteront bientôt les 120 restant à parcourir jusqu'au Zambèze. Un pont de 180 mètres, jeté sur le fleuve en aval des célèbres chutes de Victoria, permettra ensuite à la locomotive de pénétrer dans la Rhodésia septentrionale et d'arriver aux mines de cuivre, récemment découvertes à 240 kilomètres au Nord-Est.

De cet endroit le rail, s'élevant rapidement à l'altitude de 1.500 mètres, doit se diriger vers le lac de Cheroma, distant de 110 kilomètres. Sur le plateau, très salubre, où se trouve cette nappe d'eau, la Compagnie se propose d'établir l'une des principales stations du transcontinental, dont l'importance sera considérable au point de vue sanitaire. Le tracé projeté descend plus loin jusqu'au Tanganyika (altitude : 910 mètres), et s'arrête à Abercorn, situé à l'extrémité australe du lac, après un nouveau trajet de 450 kilomètres.

TABLEAU I. — *Longueur des railways sud-africains.*

RÉSEAUX	LIGNES en exploitation en 1902	LIGNES en construction	TOTAUX
	kilomètres	kilomètres	kilomètres
1. Cape Government Railways.	3.855	1.650	5.505
2. Rhodesian Railways	2.637	891	3.528
3. Beïra Line (Portugais) . . .	293	»	293
4. Natal Government Railways.	984	480	1.464
5. Central South African Railways[1].	2.151	1 010	3.161
6. Delagoa-Bay (Portugais) . .	96	»	96
Totaux.	10 016	4.031	14.047

Il reste alors la traversée des territoires belge et allemand, qui séparent le Tanganyika du Victoria Nyanza, ou plutôt la Rhodésia de l'Ouganda. Il s'agit là d'une dernière section d'environ 700 kilomètres, allant d'Oudjidji à Mengo; seulement, tout est encore dans le vague à ce sujet, puisque même la question de savoir s'il convient de s'entendre avec le Congo ou avec l'Allemagne n'a pas été tranchée jusqu'ici.

A l'heure actuelle, d'ailleurs, l'activité rhodésienne se concentre surtout autour de Boulouwayo. Une ligne de 170 kilomètres, récemment ouverte, rattache à la capitale les charbonnages de Gwanda. De Gwelo, à mi-chemin de Salisbury sur la voie ferrée de Beïra, un railway de 35 kilomètres conduit à Selukwe, centre de mines d'or. Aussi bien, Boulouwayo, qui aspire à devenir le Chicago de l'Afrique du Sud, ne tardera-t-il pas à justifier le titre orgueilleux dont, dès aujourd'hui, il se pare.

Les gisements de Wankie sont d'une richesse

[1] Cependant, ce sont les « Cape Government Railways » qui exploitent la ligne jusqu'à Boulouwayo.

[1] Constitués, après la guerre, par la réunion des lignes du Transvaal et de l'Etat libre d'Orange.

incomparable; ils couvrent plus de 1.000 kilomètres carrés, avec des couches de 2 mètres d'épaisseur et d'une qualité presque égale à celle du meilleur charbon anglais. Leur mise en exploitation contribuera puissamment au développement économique du pays; le trafic des chemins de fer en éprouvera une augmentation sensible. La circulation, au surplus, est déjà arrivée à un degré très notable d'intensité: depuis six ans, et malgré la guerre anglo-boer, le commerce de la Rhodésia s'est accru de 400 °/₀.

La Chartered C° a introduit sur son réseau des wagons en acier sur bogies, qui portent 30 tonnes de charge. Elle a organisé le premier train de luxe en Afrique australe, que le prince et la princesse de Galles ont inauguré au cours de leur voyage de l'année dernière. Si Cecil Rhodes a disparu, son esprit audacieux survit et préside toujours aux destinées de l'empire colonial qu'il a créé de toutes pièces[1].

Fig. 4. — *Réseau des chemins de fer sud-africains.*

VI

Les trois principaux réseaux africains présentent la plus complète diversité dans les types mis en œuvre, notamment en ce qui concerne la largeur de la voie.

Se conformant à la pratique qui avait prévalu dans l'Europe occidentale, l'Égypte et l'Algérie-Tunisie ont débuté par l'application de l'écartement — dit normal — des rails à 1ᵐ,435. Mais il fut bientôt reconnu que, sans avoir à craindre d'aboutir à un outil de transport insuffisant, il était permis de faire moins grand et de réduire ainsi les dépenses, au double point de vue de la construction et de l'exploitation.

Au sud du Caire, la voie normale se prolonge seulement jusqu'à Luxor. A partir de ce point règne la largeur de 1ᵐ,067, dont les Anglais ont pu apprécier, dans l'Inde, la capacité et le rendement. Le même gabarit sera adopté, d'une manière exclusive, sur toutes les lignes projetées du Soudan oriental.

La majeure partie des chemins de fer d'intérêt général, construits en Algérie-Tunisie, ont été établis sur le type normal de 1ᵐ,435, ce qui les a fait ressortir à un coût kilométrique excessivement élevé. Une réaction, qui s'est produite vers 1890, a eu pour conséquence l'application de la largeur de 1 mètre aux lignes des Ouled Rahmoun à Ain Beïda et de Soukahras à Tebessa, ainsi qu'à tout le réseau secondaire, actuellement en cours d'exécution. En outre, l'écartement de 1ᵐ05 a été adopté sur les deux voies de pénétration dans les provinces d'Alger et d'Oran, la première allant de Blidah à Berrouaghia, la seconde se développant entre Arzew et Beni-Ounif.

L'Afrique australe, s'inspirant de l'exemple de l'Inde, s'est ralliée dès l'origine au type de 1ᵐ,067. Elle a ainsi assuré à ses railways le précieux avantage de l'uniformité, du Cap au Zambèze. Le tronçon en territoire portugais, au départ de Beïra, exécuté tout d'abord à la voie de 0ᵐ,60, a été transformé en vue de son raccordement, effectué l'année dernière, à la grande artère transcontinentale de Capetown au Caire.

Les amorces des lignes transversales, ainsi que les sections autonomes des régions côtières, accusent beaucoup de variété dans les types employés. Celui de 0ᵐ,75 se rencontre entre Matadi et Stanley-Pool; celui de 0ᵐ,60 à Swakopmund, dans le Sud-Ouest allemand. Les chemins de fer de l'Ouganda et de l'Ousambara dans l'Est africain, ceux des co-

[1] Les voies ferrées du Cap et du Natal ne présentent pas de particularités intéressantes. On va doubler la ligne principale de Durban à Ladysmith et améliorer les communications entre différents centres importants, notamment au Transvaal et dans l'Orange. Ainsi Kimberley et Johannesburg, distants de 440 kilomètres à vol d'oiseau, sont à 1.050 kilomètres par le rail! La ligne de Klerksdorp à Fourteenstreams remédiera à cet état de choses.

lonies portugaises du côté de l'Atlantique, ont eu recours à la largeur de 1 mètre. Il en est de même pour les lignes françaises de l'Afrique occidentale, comprenant celles du Sénégal, de la Guinée, de la côte d'Ivoire et du Dahomey.

En dernière analyse, la conclusion qui se dégage des résultats obtenus jusqu'à l'heure actuelle, c'est que la voie étroite, — de $1^m,00$ à $1^m,067$, — constitue le type dominant dans le continent noir, et y sera appliquée, à l'avenir, d'une manière à peu près exclusive [1].

VII

Après avoir mené à bonne fin, malgré les difficultés et les obstacles, la construction du chemin de fer du Congo Inférieur, l'État Indépendant poursuit à l'heure actuelle la réalisation du projet tendant à l'ouverture de voies de communication jusqu'à ses frontières orientales. Il établira ainsi, dans six ou sept ans, une artère transversale de l'Ouest à l'Est, combinant les transports fluviaux avec ceux par ligne ferrée.

Voici quels sont les éléments de la route qui sera, dès lors, à la disposition des commerçants et des voyageurs :

La navigation maritime jusqu'à Matadi, dans l'estuaire du Congo, les vapeurs de l'Atlantique pouvant remonter à ce port;

Le rail de Matadi à Léopoldville (Stanley Pool), sur une distance de 388 kilomètres;

La navigation fluviale entre le Stanley Pool et les Stanley Falls (Stanley-ville), qui se trouvent aux deux extrémités du bief du Congo Moyen, long de 1.650 kilomètres.

A Stanley-ville, il y aura une première bifurcation.

La branche Nord-Est comprendra :

Le rail des Stanley-Falls à Mahagui sur le lac Albert;

Le steamer pour la traversée du lac;

Le rail entre les lacs Albert et Victoria-Nyanza;

Le steamer pour la traversée jusqu'à Port Florence;

Le rail de Port Florence à Mombassa (chemin de fer de l'Ouganda).

La branche Est et Sud-Est, au delà de Stanley-ville, comportera :

Le rail jusqu'à Ponthierville, sur une longueur de 100 kilomètres, pour contourner les rapides (Stanley-Falls);

La navigation fluviale entre Ponthierville et Kasongo, distants l'un de l'autre de 530 kilomètres.

Sur ce dernier parcours se trouvera un second point de bifurcation.

En effet, de Nyangwe, situé à 400 kilomètres de Ponthierville, partira un chemin de fer, long de 500 kilomètres, se dirigeant vers Albertville, sur la rive occidentale du Tanganyika. Or, les lignes allemandes sont appelées à mettre la rive orientale de ce lac en communication directe avec l'Océan Indien.

Quant à la route fluviale, se prolongeant au delà de Nyangwe jusqu'à Kasongo, elle sera continuée par un tronçon de railway d'environ 100 kilomètres, que nécessitent les chutes de Hinde et qui aboutira au dernier bief du Congo Supérieur, à Kongola. De ce point, les steamers feront encore un trajet de 550 kilomètres et s'arrêteront au confluent du Nzilo, où le fleuve cesse d'être navigable. On aura atteint, en cet endroit, l'entrée des régions du Katanga; une voie ferrée traversera celles-ci et rattachera au Congo la frontière australe de l'État Indépendant, en venant se souder, finalement, près des mines Kansanshi, aux lignes de la Rhodésia Septentrionale.

A tout prendre, le transcontinental des Belges présente un caractère mixte : la locomotive et le bateau à vapeur y alternent. En outre, à l'est de Stanley-ville, il se développe suivant trois itinéraires, disposés en éventail si l'on peut ainsi dire. Celui du centre, empruntant les railways allemands, va droit à la Côte Orientale; les deux extrêmes débouchent sur le réseau anglais, établissant des relations ininterrompues avec le Caire au Nord, avec le Cap au Sud.

Le projet d'ensemble, conçu par l'État Indépendant, ne laisse donc pas que d'avoir de l'envergure; son exécution intégrale amènera une transformation complète des régions équatoriales, dont les conséquences se feront sentir dans toute l'étendue du continent africain.

VIII

Tout a été dit sur les énormes difficultés techniques et financières avec lesquelles ont été aux prises les constructeurs de la ligne du Bas Congo. Ceux-ci, cependant, n'ont pas eu à se repentir de leur persévérance; la ligne, ouverte jusqu'à Léopoldville depuis le 6 juillet 1898, a donné, sous tous les rapports, des résultats considérables.

Auparavant, le transport d'une tonne de marchandises de Stanley Pool à Matadi prenait vingt et un jours et coûtait 1.000 francs. Actuellement, l'expédition par le rail s'effectue en vingt et une heures; quant aux frais, ils accusent une très forte diminution sur les chiffres primitifs.

A l'origine, le tarif général était à la montée de 100 francs, à la descente de 40 francs les 100 kilogs. Cela revenait respectivement à 0 fr. 25 et à 0 fr. 10

[1] Hehl : Die Eisenbahnen in den Tropen, Spurweite, Bau und Betrieb (Berlin 1902).

la tonne kilométrique. Mais, en 1901, le Gouvernement de l'Etat Indépendant, moyennant l'abandon de la clause du rachat jusqu'au 1er juillet 1916, a obtenu des réductions importantes, qui atteignent 25 °/₀ et 40 °/₀ selon la nature des marchandises, et s'élèvent même à 50 °/₀ pour le riz, la chaux et le ciment. Il est vrai que de nouveaux abaissements de tarif sont interdits avant le 1er juillet 1907, et tant que la recette nette ne dépasse pas 15.300 fr. par kilomètre.

Cette dernière limite, d'ailleurs, est déjà franchie. La recette brute kilométrique se trouve être supérieure à 35.000 francs ; or, le coefficient d'exploitation se maintient aux environs de 45 °/₀.

Ces données sont éloquentes. Ce qui paraît également très significatif, c'est l'essor de la production du caoutchouc, provoqué par l'ouverture de la voie ferrée. En effet, de 30.050 kilogs, représentant une valeur de 116.768 francs, en 1887, l'exportation de cette matière a passé à 5.316.534 kilogs, valant 39.874.005 francs, en 1900.

En vue de l'exécution prochaine des railways vers les grands lacs de l'Afrique Orientale, la gare de Matadi a été complètement reconstruite en 1902, et de grands travaux d'agrandissement sont en cours d'achèvement dans le port de Léopoldville. Grâce à ces mesures, le transit des matériaux et du matériel de toute sorte pourra s'opérer dans de bonnes conditions.

D'autre part, les transports fluviaux sur le bief de Stanley Pool aux Stanley Falls sont assurés par plus de 100 vapeurs. Dans le bassin du Congo Moyen, comprenant le fleuve et ses affluents, circulent des remorqueurs de 350 tonnes[1] calant 1m,06, et des steamers de 150 tonnes avec un tirant d'eau de 0m,76. Les plus gros appartiennent à l'Etat Indépendant, qui en compte à peu près 30; les Belges disposent d'une vingtaine de bateaux, les Français d'une quarantaine.

IX

Les études sont entièrement terminées pour la ligne de Stanley-ville à Mahagui. Elles méritent d'être signalées, en raison de la tâche ardue que les ingénieurs[2] ont eue à accomplir dans la traversée de la forêt vierge. Quant aux difficultés que rencontreront les travaux, elles apparaissent comme étant moins grandes que celles vaincues entre Matadi et le Stanley Pool. Seuls, les marais constitueront une sujétion réelle; le passage des Montagnes Bleues, qui séparent les bassins du Congo et du Nil, entraînera sans doute de fortes dépenses, mais ne soulèvera aucun problème technique spécial.

De Stanley-ville, situé à 428 mètres d'altitude, le tracé remonte la vallée du Tchopo, passe dans celle du Lindi et se dirige ensuite vers l'Arouwhimi, qu'il atteint à Mawambi, à la cote 900 m. S'élevant d'une manière continue, il longe l'Ituri et parvient à son point culminant près de Kavali, à 1.464 mètres au-dessus du niveau de la mer. De là, le tracé redescend assez rapidement jusqu'à Mahagui, qui ne se trouve plus qu'à 648 mètres.

Mahagui, la plus méridionale des stations belges sur le Nil[1], domine le lac Albert et possède un climat excellent. L'air y est très sain, alors que tous les autres postes, tant anglais que belges, établis dans le haut fleuve[2], se distinguent par leur insalubrité, en raison du voisinage des marais. Les conditions atmosphériques dont jouit Mahagui sont même telles que de nombreuses cultures européennes y réussissent à merveille. C'est donc bien un point absolument désigné pour l'installation des services qu'il y a lieu de concentrer au terminus d'un grand chemin de fer.

Les railways vers les grands lacs ne sont, d'ailleurs, pas les seuls dont se préoccupe l'Etat Indépendant. Un décret du 14 mars 1903 a autorisé la fondation d'une Société d'études pour les voies ferrées du Stanley-Pool au Katanga et de l'Itimbiri à l'Ouellé, ainsi qu'à un point à déterminer sur la frontière française.

La combinaison adoptée en cette occurrence présente un réel intérêt, puisqu'elle repose sur l'attribution de terrains, à titre de subvention. La Société reçoit, en effet, pour la couvrir de ses frais d'études, 10.000 hectares à choisir parmi les terres vacantes du bassin de l'Ouellé, et 10.000 hectares à prendre, dans les mêmes conditions, le long de la rive gauche du Congo, en aval des Stanley Falls. En outre, 5 millions d'hectares de forêts seront exploités par l'Etat Indépendant, les bénéfices devant être partagés par moitié entre lui et la Société.

La ligne que celle-ci va entreprendre dans la direction du Katanga n'a rien de commun avec le

[1] Il vient d'en être construit un nouveau, jaugeant 500 tonnes.

[2] Sous la direction de M. Adams, l'un des constructeurs de la ligne de Matadi à Léopoldville.

[1] Voir : Sir Harry Johnston : Major Delmé Redcliffe's map of the Nile Province of the Uganda Protectorate (*The Geographical Journal*, 2 février 1903). Cette carte, à l'échelle du 1.500.000e, donne, pour la première fois, le tracé exact de la section du fleuve qui s'étend entre le lac Albert et Doufilé. Elle fait ressortir clairement l'aspect lacustre si étrange qui caractérise cette partie du Nil. Le major Redcliffe est le fondateur de la station de Nimoulé.

[2] Les Anglais ont trois stations sur la rive droite du Nil: Ouadelaï, Nimoulé et Gondokoro, dépendant de l'Ouganda; les Belges possèdent, sur la rive gauche, les stations de Doufilé, Lado et Kiro.

Voir Sir C. N. E. Eliot : Notes of a Journey through Uganda, down the Nile to Gondokoro. (*The Geographical Journal*, 6 décembre 1902.)

tronçon du transcontinental dont il a été question ci-dessus, et qui, prenant son origine sur le Congo Supérieur, traversera le Katanga du Nord au Sud, pour aller se relier à l'artère principale venant du Cap. Au demeurant, les études de ce dernier tracé sont déjà en cours; la Mission Jacques, qui en est chargée, se trouve depuis longtemps en route.

X

Les Anglais auront devancé les Belges aux grands lacs équatoriaux. Dans les premiers jours de 1902, la locomotive a fait son apparition sur les bords du Victoria-Nyanza : les derniers rails du chemin de fer de l'Ouganda venaient d'être posés.

Cette entreprise est considérée, à bon droit, comme le chef-d'œuvre africain en matière de voies ferrées. Elle offre l'exemple unique d'une ligne d'à peu près 1.000 kilomètres, exécutée d'un seul jet en plein pays tropical encore complètement inorganisé, où les obstacles de toute nature s'accumulaient dans des conditions vraiment extraordinaires [1].

Au début, sur un parcours de 300 kilomètres, il a fallu lutter contre le terrible climat des basses régions côtières, aussi meurtrier pour les hommes que la mouche tsétsé l'est pour les bêtes de somme. La mortalité parmi celles-ci, importées du Cap, de Chypre et de l'Inde, prenait des proportions effrayantes; quant aux ouvriers, la moyenne des décès par les fièvres dépassait 3 °/₀ de l'effectif sur place. La main-d'œuvre, d'ailleurs, faisait absolument défaut, en sorte qu'on s'est vu dans l'obligation de recruter plus de 20.000 coolies indiens, dont le transport et l'entretien constituaient une lourde charge. En effet, les ressources du pays étant nulles, on ne pouvait subvenir aux besoins d'une pareille armée de travailleurs qu'en se faisant expédier tous les approvisionnements de Bombay et de Colombo. Il était surtout difficile de suppléer au manque d'eau potable, avec lequel on eut à compter jusque vers le 400e kilomètre. Aussi bien, les travaux ont-ils suivi une marche très lente, tant qu'ils furent entravés par ces graves sujétions d'ordre sanitaire.

Dans la zone montagneuse, la situation changea de face. L'insalubrité disparut; de l'eau excellente existait en abondance. Les préoccupations concernant la main-d'œuvre s'en trouvèrent diminuées d'autant; à leur place surgirent celles inspirées par de grosses difficultés techniques. L'ignorance complète au sujet du régime des pluies présentait des inconvénients sérieux pour l'étude des projets relatifs aux ponts et viaducs, le caractère essentiellement torrentiel des rivières rencontrées étant susceptible d'amener des surprises fort désagréables. D'autre part, la rareté des matériaux de construction compliquait sans cesse la tâche des ingénieurs qui, nulle part, par exemple, n'ont pu trouver l'argile nécessaire à la fabrication des briques.

Attaqués en janvier 1896, les travaux ont été terminés en 1902. La ligne, qui mesure 936 kilomètres de longueur, part de Kilindini, dans l'île de Mombassa, pour aboutir à Port-Florence sur le Victoria-Nyanza. Elle comporte un profil des plus accidentés, avec de fortes contre-pentes. A Kikouyou, vers le kilomètre 582, la ligne rouge atteint la cote 2.346 m ; elle redescend à 1.828 mètres au 700e kilomètre, remonte à 2.530 mètres — point culminant — à Mau (kilomètre 791), pour s'abaisser finalement de nouveau à 1.190 mètres, au bord du lac.

Il s'agit donc, très nettement, d'un tracé de montagne; la déclivité maxima est de 0m,02, le rayon minimum des courbes a 250 mètres. Les terrassements, tant en remblai qu'en tranchée, sont très importants, les ponts et viaducs fort nombreux. La voie unique, suffisamment robuste, se compose de rails de 25 kilogrammes et de traverses métalliques, sauf sur les sections où le sol est salé et où il a fallu avoir recours aux traverses en bois créosoté [1]. Les bâtiments des gares sont partie en maçonnerie, partie en tôle ondulée et galvanisée.

Le chemin de fer de l'Ouganda dispose déjà d'un matériel roulant assez considérable. En 1902, il y avait 92 locomotives, dont 22 machines-tender pour les gares; les 70 destinées au service des trains pesaient chacune 43 tonnes en ordre de marche. Le nombre des voitures à voyageurs se chiffrait par 154, celui des wagons de marchandises par 1.123.

La circulation a été organisée au moyen d'un train journalier dans chaque sens, avec, en plus, 1 train express et 4 trains de matériel par semaine. La vitesse commerciale est de 24 kilomètres à l'heure; le trajet de Kilindini à Port-Florence prend ainsi environ 40 heures [2].

Grâce aux multiples accidents du profil en long, ainsi qu'au prix excessif du combustible [3], le coefficient d'exploitation de la ligne s'élève à 89 °/₀, ce qui est exorbitant et démontre suffisamment dans quelles conditions défavorables on se trouve placé. Pendant l'exercice 1901-1902, les transports de marchandises n'ont pas dépassé 11.000 tonnes à la montée et 1.250 tonnes à la descente; la recette

[1] Correspondance respecting the Uganda Railway. Report to Parliament, July 1901, By Colonel F. Gracey.

[1] Les traverses en bois ne sont pas attaquées par les fourmis blanches.

[2] Le train express comprend un wagon-lit.

[3] La tonne de houille coûte à Mombassa 37 roupies.

brute a seulement atteint 1.750.000 francs[1]. Si l'on considère que la construction du railway a nécessité une dépense totale supérieure à 130 millions de francs[2], la question se pose de savoir jusqu'à quel point les résultats obtenus justifient l'énorme effort consenti.

Or, sans insister sur cette circonstance que l'exploitation intégrale n'a pas encore accompli sa seconde année, il importe d'appeler l'attention sur la transformation profonde que l'établissement du chemin de fer a déterminée dans l'Afrique Orientale anglaise et jusque dans la province du Haut-Nil. Les commerçants de l'Inde se sont mis à envahir le pays; le long de la voie, ils ont installé des parcs à bestiaux; aux abords des principales gares, leur activité a créé des bazars, dont l'approvisionnement ne laisse rien à désirer.

Celui de Naïroli (524e kilomètre) est particulièrement bien assorti. On y vend des produits manufacturés de toute espèce, à des prix relativement peu élevés; on y offre même des objets de luxe. Il est vrai que les services de l'exploitation sont concentrés à Naïroli, choisi en raison de sa situation à 1.600 mètres d'altitude et de sa parfaite salubrité. Mais il n'en reste pas moins acquis qu'en cet endroit, où régnait jadis la solitude la plus complète, existe dès aujourd'hui une agglomération de 5.000 habitants.

Autour de Kikouyou, les cultures ont pris un développement considérable. La Mission écossaise y entretient un fort beau jardin d'essai, où poussent la plupart des légumes et des fruits de la Grande-Bretagne.

A Port-Florence, une jetée, construite avec des palées en bois, s'avance sur une distance de 120 mètres en dehors du rivage. Les steamers, faisant le service du lac, arrivent ainsi à accoster sans difficulté. Le Protectorat de l'Ouganda possède deux bateaux à vapeur, le *Winifred* et le *Sybil*, ayant chacun 53 mètres de longueur avec 1m,53 de tirant d'eau. Ils déplacent 600 tonnes, sont munis de deux hélices, et peuvent recevoir, non seulement un important chargement, mais aussi 12 passagers de 1re classe et 100 passagers de pont.

Le *Winifred* met trois jours pour le voyage aller et retour de Port-Florence à Entebbe, chef-lieu du Protectorat, situé sur la rive opposée du Victoria-Nyanza. Il dessert en même temps les principaux ports intermédiaires.

En envisageant ainsi dans son ensemble le nouvel état de choses dont l'Ouganda et le Haut-Nil sont redevables à l'ouverture de la voie ferrée, on sera obligé de reconnaître que le sacrifice financier de l'Angleterre ne tardera pas à trouver une large compensation dans l'essor économique des riches provinces, admises au bénéfice des transports rapides et peu coûteux. Le contre-coup de cette évolution provoquera, du reste, l'accroissement continu des expéditions par le rail et l'augmentation correspondante des recettes du chemin de fer[1].

XI

Abstraction faite des lignes anglaises et belges, le Transcontinental Est-Ouest se trouve encore être amorcé de deux côtés différents : dans l'Afrique orientale allemande et dans les colonies portugaises bordant l'Atlantique.

Les projets élaborés à Berlin tendent surtout à relier le Tanganyika à l'Océan Indien. Mais le peu d'enthousiasme manifesté au Reichstag pour les entreprises africaines n'a pas encouragé le Gouvernement à demander le vote des crédits nécessaires. Bien que, d'après les gouverneurs von Liebert, et Goetzen, le développement rapide des voies ferrées soit une question de vie ou de mort pour la colonie orientale, celle-ci a dû se contenter, jusqu'ici, d'une mise en train des plus modestes.

Son réseau embryonnnaire se compose uniquement de la première section du railway de l'Ousambara, s'étendant sur 84 kilomètres entre Tanga et Korogwe. Ouvert au mois de mars 1902, ce tronçon a coûté 6.500.000 marks; il va être prolongé de 65 kilomètres jusqu'à Mombo. On estime que l'exploitation donnera ensuite des bénéfices notables, en raison des transports fournis par les plantations de café.

Aujourd'hui, les efforts des coloniaux allemands ont pour but d'obtenir la construction immédiate des 230 kilomètres qui séparent Dar-es-Salam de Mrogoro. De cette façon, en effet, ils entameront dans sa partie initiale l'itinéraire direct, aboutissant à Oudjidji, sur la rive occidentale du Tanganyika. Or, les dispositions du Reichstag permettent d'escompter une décision favorable, qui interviendra au cours du printemps.

Du côté de l'Atlantique, les Portugais ont depuis longtemps livré à la circulation la ligne de Loando à Ambaca, centre important de cultures industrielles. Le rail sera encore poussé en avant, afin d'atteindre Malanjé, mais on s'en tiendra aux 550 ki-

[1] Pour l'appréciation de ce chiffre, il convient de tenir compte des tarifs très bas appliqués sur le chemin de fer de l'Ouganda.

[2] Voir : Report by His Majesty's special Commissionner of the Protectorate of Uganda (*Sir Harry Johnston*), Parliament. July 1901.

[1] Ce résultat paraît d'autant plus certain que Kilindini est, sans conteste, le plus beau port de la côte Orientale, entre Suez et le Cap. D'autre part, voici comment s'exprime le dernier Rapport sur la ligne de l'Ouganda : « The success of the railway must largely depend upon a good and cheap organised fleet of steamers and boats working both the lake and its rivers. »

lomètres ainsi établis. Il n'existe pas, dans cette direction, de visée transcontinentale.

Le contraire se constate pour le chemin de fer que, dans les provinces d'Angola et de Benguela, le Gouvernement de Lisbonne a concédé en décembre 1902 à une Compagnie anglaise. Le tracé adopté part de la baie de Lobito, longe la frontière des deux provinces, passe à Caconda et s'arrête provisoirement, après un parcours de 1400 kilomètres, à la limite orientale des possessions portugaises. Les travaux devront être terminés en huit ans; la Compagnie s'est réservé, entre autres privilèges, le droit d'usufruit des forêts de l'État, et celui — très avantageux — d'exploiter toutes les mines existant dans une zone de 120 kilomètres de chaque côté de la voie ferrée.

Ce vaste projet a une portée considérable; il trahit le ferme dessein de l'Angleterre d'asseoir la domination britannique sur toute l'Afrique Australe, et même sur telle partie des régions équatoriales où des mains puissantes ne se sont pas encore emparées de l'hégémonie économique. Dans cet ordre d'idées, les Anglais ont conçu, au surplus, une seconde entreprise qu'ils se proposent de réaliser simultanément, avec la rapidité et la décision qui les caractérisent.

La « South West African C° » est propriétaire des mines de cuivre et de plomb découvertes à Tsumel.

En vue de les mettre en communication avec l'Atlantique, elle a résolu d'exécuter un railway, prenant son point de départ à Port Alexandre, dans l'Angola Méridional. Au cours des études, poursuivies à cet effet, a tout d'un coup surgi le projet de lancer du même terminus sur l'Océan un transcontinental orienté vers la capitale du Transvaal.

Cette artère coupera la ligne du Cap à Boulouwayo à la hauteur de Gaberones, ce qui mettra le croisement à des distances de Port Alexandre et de Capetown, se chiffrant respectivement par 1050 et 963 kilomètres. D'autre part, les deux ports sont éloignés l'un de l'autre d'environ 2.100 kilomètres, alors que leurs itinéraires vers Pretoria n'accusent qu'une différence de 340 kilomètres en faveur de Capetown. Dans ces conditions, il semble rationnel d'admettre qu'à l'avenir le commerce de l'Europe Occidentale avec l'ancienne République Boer et la Rhodésia passera par Port Alexandre, qui deviendra ainsi un concurrent redoutable de la capitale du Cap.

Seulement, cette rivalité locale ne portera aucun préjudice aux intérêts britanniques, bien au contraire. Et l'Angleterre aura, par une nouvelle conquête du rail, affirmé une fois de plus sa suprématie économique au sud de l'Équateur.

XII

Il reste maintenant à passer en revue la série des chemins de fer autonomes, dont la plupart ont été entrepris par les colonies de la côte occidentale. Sur ce champ d'action plus restreint, mais néanmoins fort intéressant, le premier rang appartient incontestablement à la France. Depuis quelques années, ce pays a déployé une réelle énergie pour hâter l'introduction de la locomotive, tant au Soudan qu'en Guinée et au Dahomey.

Pendant assez longtemps, le Sénégal seul fut favorisé, tout en n'étant doté que de l'unique ligne de Dakar à Saint-Louis[1]. Les travaux du railway de pénétration vers le Niger traînaient d'une manière désespérante; des motifs de toute nature, budgétaires et autres, paraissaient s'opposer à leur achèvement. Aujourd'hui, sous une impulsion virile, les choses ont pris meilleure tournure. La voie ferrée du Soudan est en exploitation jusqu'au kilomètre 320, au delà de Kita; les terrassements s'avancent déjà jusqu'aux environs du kilomètre 500, et arriveront à Koulikoro en 1904. Dans un délai de dix-huit à vingt mois, les 563 kilomètres entre Kayes et le Niger seront enfin livrés à la circulation d'une extrémité à l'autre.

Cet événement exercera une influence incalculable sur le développement agricole et commercial des vastes régions situées dans la boucle du grand fleuve. En vue d'accentuer encore davantage cet essor, dont doit notamment bénéficier la culture du coton, le gouverneur général de l'Afrique Occidentale a mis à l'étude le chemin de fer de Thiès à Kayes. Celui-ci, en effet, complétera la file ininterrompue des rails, courant de l'Océan jusqu'au Niger, à l'origine de son bief moyen.

Or, plus loin dans l'Est, le rail, parti de Cotonou, finira par atteindre le même bief à Carimana, en amont des chutes de Boussa. Dès lors, l'ensemble des colonies françaises de la côte occidentale se trouvera comme enveloppé par une grande artère demi-circulaire, de laquelle feront partie 2.000 kilomètres de navigation fluviale.

La voie ferrée du Dahomey a été attaquée en 1900; au bout de deux ans, 100 kilomètres étaient ouverts à l'exploitation. D'ici quelques mois, la locomotive, actuellement arrêtée à Toffo, parviendra à Paouignan, distant de la côte de 250 kilomètres et désigné comme terminus provisoire. Au delà de ce point, le tracé se dirigera sur Parakou (200 kilomètres), puis sur Carimana, où le contact sera pris avec le Niger, à 700 kilomètres de la mer.

[1] A titre d'indication de l'action économique de cette ligne, il est intéressant de relever que le transport des arachides, de 30.000 tonnes en 1890, est monté à 155.000 tonnes en 1901.

Les travaux n'ont rencontré et ne rencontreront aucune difficulté sérieuse. Les déclivités du profil en long se maintiennent au-dessus de $0^m,012$; les rayons des courbes ne descendent pas à moins de 1.000 mètres. Un wharf a été établi à Cotonou, et l'on envisage la construction d'un câble aérien pour le chargement des marchandises de la jetée dans les vapeurs en pleine mer. Il y a lieu de faire remarquer, en outre, qu'un tronçon de ligne de 40 kilomètres court parallèlement au rivage de Cotonou à Wydah et qu'à 14 kilomètres de ce dernier centre, à Pahou, la voie bifurque pour remonter au Nord.

En Guinée, sur le chemin de fer de Conakry au Niger, M. Salesses a résolu d'une manière fort originale le problème de la main-d'œuvre. L'entreprise, — qui, d'ailleurs, fut résiliée au bout de deux ans, en février 1902, — ayant rencontré des difficultés dans le recrutement des ouvriers, M. Salesses eut l'idée de recourir au système du travail à la tâche. L'expérience réussit au delà de toutes les prévisions; après avoir été généralisée, la nouvelle méthode amena sur les chantiers un effectif de plus de 5.000 travailleurs. Elle eut, en outre, pour conséquence un abaissement notable des prix de revient, surtout en ce qui concerne les terrassements. De telle sorte que les estimations de la dépense, s'élevant à 90.000 francs par kilomètre, et dont on craignait l'insuffisance, ne seront probablement pas dépassées.

La voie est achevée sur environ 150 kilomètres; il faudra sans doute encore deux ou trois ans pour arriver à Timbo. L'écartement des rails mesure 1 mètre, comme sur presque toutes les lignes analogues. Les traverses employées sont exclusivement métalliques.

A l'instar des autres colonies françaises, la Côte d'Ivoire avait depuis longtemps son projet de railway. Mais la réalisation en subit des ajournements successifs, grâce à la découverte des terrains aurifères. On étudia, en effet, diverses combinaisons, tendant à tirer parti de la mise en valeur des gisements d'or, pour obtenir des concours financiers en faveur de l'exécution de la voie ferrée. Une récente décision ministérielle vient enfin de donner satisfaction aux desiderata de la Côte d'Ivoire, en prescrivant la construction d'une première section de 72 kilomètres. De même qu'en Guinée et au Dahomey, la direction technique appartiendra au Service du Génie militaire, avec cette différence, toutefois, qu'il sera chargé, à Grand-Bassam, non seulement de l'infrastructure, mais aussi de la superstructure.

On n'aurait ainsi esquissé qu'un tableau incomplet de l'activité française dans le continent noir, au point de vue des chemins de fer, si l'on ne mentionnait pas la ligne d'Éthiopie, lancée de la Côte des Somalis vers les hauts plateaux abyssins. Tout le monde a encore présentes à la mémoire les rivalités que cette entreprise a suscitées en Angleterre, où l'on voulait s'en rendre maître pour détourner le tracé sur Zeïlah. L'intervention du Gouvernement français, accordant son appui financier à la Compagnie concessionnaire, fit échouer définitivement ces tentatives au printemps de 1902.

Les résultats de cette attitude ferme autant que sage ne se sont pas fait attendre. Le 25 janvier 1903 le premier train arriva en gare d'Addis-Harrar (Diré-Daouah). L'exécution des 296 kilomètres qui séparent ce dernier centre de Djibouti avait nécessité une période de cinq ans et demi. Ce délai ne semble pas excessif, si l'on tient compte de l'éloignement et du climat peu favorable de la base d'opérations sur la Mer Rouge, ainsi que du caractère nettement montagneux d'une grande partie du tracé, dont le point terminus se trouve à 1.193 mètres.

Les études du prolongement sur Addis-Ababa, commencées en février 1903, se poursuivent encore à l'heure actuelle.

XIII

Les Anglais n'ont pas eu à se louer, jusqu'à présent, des résultats obtenus dans l'établissement des railways destinés à desservir leurs colonies du golfe de Guinée.

A la Côte d'Or, le Gouvernement, ayant voulu construire lui-même, a mis trois ans et demi pour terminer 64 kilomètres, qui lui ont coûté 235.000 francs l'unité, alors qu'une grande maison d'entreprise avait offert d'exécuter la section de 225 kilomètres entre Tarkoua et Coumassie au prix de 105.000 francs l'unité par kilomètre! La partie du railway allant de Secondi aux gisements aurifères de l'Ashanti est achevée sur une longueur de 160 kilomètres.

Le Lagos travaille un peu plus économiquement; le kilomètre n'y revient guère qu'à 90.000 francs. La ligne a été ouverte à l'exploitation de la mer jusqu'à Ibadan; on la prolonge vers Oshogbo et Ilorin, situé à une distance de 210 kilomètres au Nord. Elle présentera plus tard un réel intérêt, lorsqu'elle débouchera sur le Niger et sera continuée en amont, sur la rive gauche du fleuve, dans la direction de Zoungerou, la nouvelle capitale administrative de la Nigéria. Ce tronçon de voie ferrée, le premier en plein Soudan Central, va être entrepris sur la proposition de Sir Frederick Lugard, en vue de relier à la mer de vastes étendues de terrain propres à la culture du coton. Quant au projet d'un railway de Yola au Tchad, préconisé par la Chambre de Commerce de Liverpool, il n'est pas encore sorti de la phase initiale des discussions académiques.

XIV

La Compagnie agricole allemande, qui s'est installée au Cameroun, s'occupe activement de couvrir l'ensemble de ses concessions d'un véritable réseau de lignes industrielles. Elle exploitait, à la fin de 1902, une section de 7 kilomètres sur l'itinéraire principal de Victoria à Méanja, ainsi que 10 kilomètres de raccordements, auxquels, depuis, sont venus s'en ajouter encore 7 autres. L'année prochaine, on espère avancer avec le tracé central jusqu'à Ebongo, puis vers Soppo, où sera atteinte, à 630 mètres d'altitude, la limite des territoires de la Compagnie.

Mais ces travaux, d'un caractère purement local, n'offrent qu'une importance très secondaire. Il en va autrement de la concession, octroyée en septembre 1902 à un Syndicat berlinois, et portant sur l'exécution d'un chemin de fer de 400 kilomètres orienté au Nord-Est, qui, d'après les clauses du cahier des charges, devra être livré à la circulation en 1908. Pour le tracé, on hésite entre trois directions; toutefois, il paraît probable, après les reconnaissances effectuées, que l'on se prononcera en faveur de l'itinéraire par Duala et Dibombari sur la rive gauche du Mungo, de préférence à celui de Victoria par Buenga. Les deux se réunissent, d'ailleurs, à Mundame pour toucher ensuite à Tinto et s'arrêter jusqu'à nouvel ordre à Bali.

Il reste bien entendu que, dès aujourd'hui, cette ligne est envisagée comme devant former la première section d'une grande artère allemande de 900 kilomètres, dont le terminus se trouvera sur les bords du Tchad. Le Syndicat se promet de créer d'importants éléments de trafic, en procédant à des plantations de cacao, de tabac et de coton, en vue desquelles il s'est fait accorder 50.000 hectares de terrain. En outre, il a la prétention de détourner sur ses rails les courants commerciaux du Soudan Central, dès que ses locomotives auront pénétré dans le Bornou.

La colonie allemande du Sud-Ouest n'est pas restée en arrière ; elle possède également une voie ferrée qui s'étend sur 194 kilomètres entre Swakopmund et Windhoek, en passant par Karibib et Okahandja. Entièrement ouverte à l'exploitation, elle sert surtout aux transports du Gouvernement, qui réalise ainsi de fortes économies. L'expédition d'une tonne de marchandises par des chariots à bœufs coûtait 480 francs de la côte à Windhoek ; elle ne revient plus qu'à 56 francs par le chemin de fer. Celui-ci a entraîné une dépense totale d'environ 17 millions de francs, non compris, cependant, le crédit spécial afférent au môle de Swakopmund, long de 375 mètres et construit en granit.

Grâce à cette jetée, le chargement et le déchargement des navires s'opèrent dans de bien meilleures conditions, et Swakopmund va devenir le port d'embarquement des minerais de cuivre provenant des mines d'Otavi, qui seront exploitées au moyen d'un railway particulier.

XV

De l'exposé présenté dans les pages qui précèdent, les conclusions se dégagent, pour ainsi dire, d'elles-mêmes.

Ce qui fait la force de l'Angleterre du Nord au Sud de l'Afrique orientale, ce qui lui assure dès aujourd'hui la suprématie économique dans la moitié du continent noir, ce sont ses chemins de fer, c'est son transcontinental du Caire au Cap.

Ce qui, d'autre part, permet à l'État Indépendant du Congo de croire, sans trop de présomption, à la possibilité d'entreprendre avec succès, sur une très grande échelle, l'exploitation agricole et commerciale de ses vastes territoires, — c'est l'achèvement, dans un avenir prochain, de son réseau de communications terrestres et fluviales, dans lequel les railways et le fleuve constitueront une grande artère transversale à la hauteur de l'Équateur.

Or, bien qu'en Afrique Occidentale le rôle prépondérant soit, sans contestation possible, dévolu à la France, celle-ci ne s'est inspirée que très tardivement — et avec quelle prudente réserve! — de l'esprit éminemment pratique auquel ses concurrents et rivaux sont redevables de leurs succès. Elle n'a pas encore eu la hardiesse réfléchie de lancer le rail à travers l'espace, pour donner à son domaine la cohésion indispensable et mettre en œuvre le facteur essentiel de l'hégémonie économique. Que l'on ne cherche pas à justifier cette timidité, qui deviendra bientôt de la faiblesse, en prétendant que l'effort à accomplir sera hors de proportion avec l'objectif à atteindre. Cet argument pouvait paraître fondé il y a quinze ans; il faudrait délibérément négliger les enseignements de la récente évolution africaine pour le soutenir aujourd'hui. Les chemins de fer transformeront le Soudan en un pays de grandes cultures industrielles ; ils permettront ainsi à la production française de se rendre indépendante de l'étranger pour de nombreuses matières premières. Cette considération, à elle seule, semble topique, en présence de la marée montante de l'impérialisme qui entraîne même la Grande-Bretagne.

Il incombe donc à la France d'ouvrir sans retard la voie transcontinentale qui mettra en communication directe la Méditerranée et l'Atlantique du Sud, en faisant circuler la locomotive d'Alger à Libreville par le Tchad.

A. Fock.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

En analysant, dans la *Revue* du 15 février, l'ouvrage de M. L. J. Delaporte : *Essai philosophique sur les Géométries non euclidiennes*, M. Léon Autonne supposait, en l'absence d'indication explicite, qu'il s'agissait d'une thèse de doctorat en philosophie.

M. Lerch, professeur de Mathématiques à l'Université de Fribourg, veut bien nous écrire qu'il résulte, des recherches faites par lui à l'Université de Fribourg, qu'il s'agit en effet d'une thèse passée devant la Faculté des Lettres, et dont il n'a été ni juge, ni rapporteur.

1° Sciences mathématiques

Weber (H.), *Professor in Strassburg, et* **Wellstein** (J.), *Professor in Giessen.* — **Encyclopædie der Elementar-Mathematik.** *Tome* I : **Elementar-Algebra und Analysis.** — 1 *vol. in-8° de* XIV-447 *pages, avec* 25 *figures, par* H. Weber. (*Prix* : 10 *fr.*) *B.-G. Teubner, éditeur, Leipzig*, 1903.

MM. les Professeurs Weber et Wellstein ont entrepris de constituer une espèce de dictionnaire des Mathématiques élémentaires où l'ordre alphabétique serait remplacé par un ordre logique d'exposition; le premier de ces auteurs nous donne aujourd'hui, dans le volume dont il est question ici, une nombreuse série d'articles succincts, de quelques pages chacun, où est condensé à peu près tout ce qu'on est convenu d'appeler Arithmétique, Algèbre élémentaire et « Mathématiques spéciales », éléments d'Analyse. Les auteurs prennent la précaution de nous avertir que leur idée n'a pas été de faire un nouveau manuel destiné aux commençants : ils ont eu pour objectif de donner aux maîtres un répertoire aussi complet que possible des matières à enseigner et de procurer aux étudiants, qui ont parcouru le cycle des études secondaires, une vue systématique et d'ensemble sur les connaissances élémentaires acquises. C'est pourquoi le livre est conçu à un point de vue assez général, avec le but d'être, avant tout, concis et complet. Cela est vrai surtout de la première partie, qui traite de la connaissance des nombres, où se voit le souci d'établir, à un point de vue vraiment philosophique, une plus sévère compréhension de la notion de nombre, d'après les progrès réalisés tout récemment encore dans cette connaissance. Ces préoccupations sont également visibles dans tout le corps de l'ouvrage, et l'auteur ne craint pas de rappeler, par de nombreuses notes historiques, la voie suivie par les mathématiciens dans leurs recherches. De même, les méthodes (ex. : celle de la complète induction) sont soigneusement exposées. Du reste, la division même du livre montre bien sa conception plus systématique que pédagogique.

L'Arithmétique y comprend : les équations du 1er et du 2e degré, l'analyse combinatoire, les théories du binôme, des progressions, des logarithmes. Du même avis que Serret[1], l'auteur réserve, comme objet propre de l'Algèbre, la théorie générale des équations. On regrette cependant, à la fin de cette première partie, l'omission de la théorie des déterminants, dont l'application à la résolution des équations linéaires est pourtant courante.

L'Algèbre débute par les propriétés générales des équations algébriques, l'étude des fonctions entières, des fonctions symétriques. A signaler la démonstration intuitive, tirée de Gauss, au sujet du théorème fondamental de l'existence des racines. Deux chapitres étendus étudient l'indétermination des équations du 1er et du 2e degré, à la suite des congruences des nombres. La théorie des nombres premiers y est poussée assez avant : théorèmes de Wilson, de Fermat, décomposition, nombres parfaits, etc. Après l'étude des fractions continues, vient celle de la solution algébrique des équations du 3e degré (formule de Cardan) et du 4e (procédé de Ferrari et travaux de Gallois). Puis l'auteur s'attache à exposer longuement la démonstration de l'impossibilité radicale de résoudre l'équation générale du 5e degré à l'aide des fonctions ordinaires de l'Algèbre. Vient alors naturellement la résolution des équations « numériques » (Th. de Sturm, Regula falsi). Un excellent chapitre est celui qui traite de la division du cercle, présentée systématiquement, et jusqu'au fameux Mémoire de Gauss.

Il faut remarquer que la notion de dérivée est bannie de l'étude de toutes ces questions. Il nous semble pourtant qu'il est difficile d'étudier la continuité des fonctions, leur développement en séries, par exemple, sans le secours de ce précieux auxiliaire et que les procédés inventés pour s'en passer paraissent souvent artificiels et laborieux. Ce n'est que dans la troisième partie (Analyse), et seulement pour la démonstration de la transcendance de e et de π, que M. Weber introduit cette notion.

Cette 3me partie comporte l'étude complète des séries, de leurs propriétés principales, de leurs conditions de convergence. Enfin, un complément traite des congruences de degré supérieur.

L'ouvrage entier ne comporte que fort peu d'exercices; à peine ce qui est nécessaire pour illustrer une théorie et appuyer un exposé difficiles. Il est bon de dire que les auteurs préparent, comme couronnement de leur œuvre, une série d'applications qui sera publiée bientôt. Signalons, pour terminer, que ce premier volume, d'une typographie très soignée, contient un répertoire alphabétique détaillé qui achève d'en faire un guide pratique, une sorte de vade-mecum très utile.

Ed. Démolis,
aitre à l'Ecole professionnelle de Genève.

Schreber (Dr K.). — **Die Kraftmaschinen** (Les Machines motrices). *Vorlesungen über die wichtigsten der zur Zeit gebrauchten Kraftmaschinen für Zuhörer aller Facultäten an der Universität Greifswald gehalten*). — 1 *vol. in-8° de* 348 *pages avec* 54 *figures et une planche. Teubner, Leipzig*, 1903.

M. Schreber, privat-docent à l'Université de Greifswald, a pris l'initiative de créer un cours de Mécanique à l'usage de *tous* les étudiants des facultés : le succès qu'il a obtenu l'a engagé à publier ses leçons, que nous avons lues avec un vif intérêt. C'est qu'en effet, après avoir pris connaissance du but de l'auteur, qui est bien exposé dans une lumineuse préface, nous nous demandions avec curiosité comment il était possible de présenter à des étudiants en droit, par exemple, une théorie des machines motrices assez complète pour qu'elle valût la peine de leur être exposée, et cependant assez simple pour qu'ils n'en fussent point rebutés. Il s'agissait de trouver un juste milieu entre la Thermodynamique de M. Moutier et les Merveilles de la Science de M. Figuier. M. Schreber s'est, il faut le reconnaître, beaucoup plus rapproché du premier ouvrage que du second : ainsi il parle à ses auditeurs du cycle de Carnot et de l'entropie et il leur dessine des diagrammes entropiques; il leur donne aussi les formules de rendement maximum de la roue à eau de Poncelet, etc. L'exposé est très clair : mais il nous

[1] Algèbre supérieure.

semble que les étudiants des Facultés de Droit allemandes ont dû eux-mêmes s'effaroucher quelque peu de l'appareil mathématique dont fait usage leur docte professeur ; nos jeunes juristes français lui auraient en tout cas demandé de leur expliquer d'abord ce qu'est un cosinus, et je ne crois pas leur faire insulte en disant qu'ils n'auraient pas été fort assidus à son cours. Par contre, les étudiants de la Faculté des Sciences de Greifswald n'en ont certainement manqué aucun, et ils ont bien fait, parce qu'ils y ont appris beaucoup de choses utiles, qu'ils doivent savoir : pour eux, cet enseignement technique est excellent, car il constitue une indication à l'art de l'ingénieur.

La table des matières permet de juger de l'étendue des questions embrassées par ces leçons ; après une introduction sur l'énergie, le travail et la puissance des moteurs, M. Schreber envisage tour à tour les moteurs animés et les moteurs à eau et à vent ; puis il aborde les machines thermiques proprement dites : machines à vapeur, moteurs à air chaud et à gaz, à explosion et à combustion ; les turbo-moteurs ne sont eux-mêmes pas oubliés. Enfin, un dernier chapitre compare les prix de revient du travail fourni par ces moteurs d'espèce si différente.

Le programme est complet, on le voit ; ajoutons qu'il est traité avec une grande ampleur et une remarquable compétence.

AIMÉ WITZ,
Professeur à la Faculté libre des Sciences de Lille.

2° Sciences physiques

Fisher (H. K. C.) et **Darby** (J. C. H.). — **Manuel élémentaire pratique de Mesures électriques sur les Câbles sous-marins** (*Traduit de l'anglais sur la deuxième édition par* LÉON HUSSON). — 1 *vol. in*-8° *de* 174 *pages avec* 67 *fig.* (*Prix* : 5 *fr.*). *Gauthier-Villars, éditeur. Paris*, 1903.

Les auteurs connaissent à fond leur sujet. Malheureusement, ils ne l'ont pas exposé avec clarté. L'ouvrage est divisé en deux parties. Il aurait été plus rationnel d'en faire trois, que voici :

1° Exposé théorique des méthodes de mesures électriques applicables sur les lignes sous-marines (mesures de résistance, d'isolement, de capacité) ;

2° Application de ces méthodes pendant la pose et, après la pose, en cours normal d'exploitation ;

3° Application des mêmes méthodes à la localisation des défauts qui peuvent se produire sur les câbles sous-marins.

Les auteurs ont réuni les deux premières parties. Ils débutent, fort mal du reste, par un chapitre sur l'explication de quelques termes, dans lequel nous lisons que le *potentiel* est le pouvoir de produire un certain travail. Cette définition est mauvaise, vide de sens. Nous reconnaissons qu'il est difficile d'en trouver une qui soit satisfaisante. Mais est-il bien nécessaire de la chercher et ne vaut-il pas mieux laisser le lecteur se donner lui-même la notion exacte du potentiel ? Il est des mots qu'il convient de ne pas définir.

Un peu plus loin, nous apprenons qu' « une force électromotrice ou une différence de potentiel déterminent un courant électrique ». Cette phrase n'est pas heureuse non plus. Elle laisserait croire à l'identité, qui n'existe pas, entre une force électromotrice et une différence de potentiel. D'autre part, elle énonce une erreur, car ni une force électromotrice, ni une différence de potentiel, ne déterminent *dans tous les cas* la circulation d'un courant électrique. Elles *peuvent* seulement la déterminer si certaines conditions sont remplies. Les auteurs auraient, en somme, bien fait de supprimer ce chapitre des définitions. N'en parlons pas davantage.

Le reste de la première partie est consacré aux divers essais qu'on est obligé de faire dans le laboratoire d'une société qui exploite des réseaux sous-marins. Nous y trouvons, mais dans un désordre regrettable, tout ce qui regarde la mesure d'une résistance ordinaire, la mesure des résistances d'une pile et d'un galvanomètre, tout ce qui regarde la théorie du pont de Wheatstone et l'application des méthodes décrites à la mesure de la résistance du conducteur d'un câble immergé ; nous y trouvons enfin la discussion des essais de l'isolement et de la capacité d'un câble.

La seconde partie est réservée à la localisation des défauts que peut présenter une ligne sous-marine. La méthode de Kennelly, celle de la boucle, celle qui est dite de l' « Earth overlap », celle de Blavier y font l'objet de longs développements.

Mais ce qui rend surtout le livre intéressant, ce sont les exemples chiffrés dont il est rempli. Nulle formule qui ne soit immédiatement traduite en nombres, nulle théorie qui ne soit immédiatement appliquée. En général, un auteur se soucie peu de donner des exemples de ce genre. Il les juge sans doute trop terre à terre. Qu'il a tort ! Il faut quelquefois à un lecteur un travail ardu pour tirer parti de la plus belle équation, alors qu'un seul petit exemple l'aurait doucement conduit au but.

Pour résumer l'impression que nous a produite le livre de MM. Fisher et Darby, nous dirons qu'il contient des éléments précieux, éléments dont nous avons été nous-même heureux de faire notre profit[1], mais qu'il faudrait mettre en ordre. Le livre n'est pas arrangé avec art. Il semble plutôt la sténographie d'une conversation à bâtons rompus, très rompus même. Le lecteur ne voit pas toujours où on le mène. C'est un grave défaut dans notre pays. Nous aurions préféré une adaptation à une traduction.

De celle-ci, nous ne parlerons pas. Nous nous contenterons de demander à M. Husson pourquoi il s'obstine à écrire « la force d'un courant ». C'est une expression qu'on rencontre fréquemment dans les journaux quotidiens à cinq centimes. Les électriciens préfèrent dire : « l'intensité d'un courant ».

ALFRED GAY,
Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

Morel (M.-A.), *Directeur des Usines à ciment Portland de Lumbres.* — **Les Matériaux artificiels.** — 1 *vol. in*-16 *de* 178 *pages de l'Encyclopédie des Aide-mémoire.* (*Prix* : *broché*, 2 *fr.* 50 ; *cartonné*, 3 *fr.*). *Gauthier-Villars et Masson, éditeurs. Paris*, 1903.

Les matériaux artificiels de M. Morel débutent par une préface où l'on esquisse rapidement l'histoire de la construction, depuis l'époque des hommes primitifs jusqu'aux Expositions de Paris en 1900 et de Dusseldorf en 1902, « consécrations officielles en France et en Allemagne des nouveaux procédés de construction » (ciment armé, pierres artificielles, etc.). Cette préface se termine par l'indication de la division et du contenu de l'ouvrage, que nous transcrivons ici.

Chapitre I. Matériaux semi-artificiels : — Bitumes, asphaltes, chaux, ciments, plâtres, briques, tuiles, métaux, alliages, etc. ;

Chapitre II. Matériaux purement artificiels : — Verre, opaline, produits céramiques, émaux, produits réfractaires, etc. ;

Chapitre III. Matériaux artificiels associés à une armature métallique : — Ciment armé, verre armé, briques armées, etc. ;

Chapitre IV. Matériaux artificiels associés par agglomération à l'aide d'un liant non métallique : — Mortiers, bétons, pierres artificielles, laitiers de hauts-fourneaux, agglomérés divers, mosaïques, stucs, staff, etc. :

Chapitre V. Matériaux artificiels accessoires : — Enduits, mastics, peintures, tentures, papiers, linoléum, etc.

Comme on le voit par cette énumération, la matière embrassée par ce petit volume de 178 pages in-16 est excessivement vaste ; aussi, dans certaines parties,

[1] Lorsque nous écrivions nos deux petits livres sur les câbles sous-marins.

l'exposé se réduit-il presque à une simple nomenclature, effleurant légèrement quantité de sujets intéressants que l'auteur semble fort bien connaître, mais sur lesquels il ne nous donne que fort peu de détails, pressé qu'il est de passer à autre chose. C'est ainsi, par exemple, que tous les métaux et alliages susceptibles d'être employés dans la construction occupent en tout dix pages, les pierres artificielles six, etc.

Le nombre des figures est également très restreint.

Les quelques passages sur lesquels M. Morel insiste un peu, comme les matériaux en verre, par exemple, nous font regretter qu'il n'ait pas jugé à propos de laisser complètement de côté les sujets déjà traités dans d'autres volumes des Aide-mémoire, pour borner son exposition à un nombre de matériaux moins considérable et se ménager ainsi la possibilité de donner les renseignements utiles que lui auraient suggérés son expérience et sa compétence dans ce genre de matières.

G. Arth,
Directeur de l'Institut chimique de Nancy.

Eder (J. M.), *Directeur de l'Ecole des Arts graphiques de Vienne.* — **Système de Sensitométrie des plaques photographiques.** (*Traduit de l'allemand par* Edouard Belin.) — 1 *vol. gr. in-8° de* vi-52 *pages avec* 9 *fig. et* 17 *pl.* (*Prix* : 3 *fr.* 75). *Gauthier-Villars, éditeur. Paris*, 1903.

Les applications multiples de la photographie à la science et à l'industrie, ainsi que la nécessité d'opérer souvent dans des conditions identiques, ont fait naître depuis longtemps le besoin de méthodes précises pour comparer la sensibilité des différentes préparations photographiques. Cette comparaison présente en pratique de grosses difficultés. En effet, il faut, pour impressionner les préparations, utiliser une source lumineuse toujours identique à elle-même, par l'intensité et la nature des radiations qu'elle émet. En outre, il est indispensable de tenir compte de plusieurs autres facteurs, tels que ceux qui interviennent pendant le développement et qui, s'ils sont assez faciles à préciser quand il s'agit d'une même émulsion, deviennent difficiles à comparer lorsqu'on s'adresse à des émulsions différentes. Il faut, en outre, étudier l'accommodation de ces préparations à l'échelle des ombres et des lumières ainsi que l'apparition du voile

Le savant directeur de l'Ecole impériale des Arts graphiques de Vienne, le Dr Eder, dans une série de communications remarquables faites à l'Académie des Sciences de Vienne, a étudié avec une grande précision les éléments de cette question délicate d'un système de sensitométrie pour les plaques photographiques; il a pris comme point de départ la méthode sensitométrique de Scheiner, qu'il estime être la meilleure.

Ce sont ces communications, traduites de l'allemand par M. Belin, ancien élève du Dr Eder et auteur lui-même d'une méthode de sensitométrie, qui ont été réunies dans l'intéressante brochure que vient d'éditer M. Gauthier-Villars.

Dans cette étude, le Dr Eder, après des considérations générales sur la sensitométrie et sur les diverses méthodes d'évaluation du degré de noircissement des plaques photographiques, indique le calcul de la sensibilité d'une plaque d'après le système du Congrès photographique de 1889. Il étudie ensuite la relation entre le degré d'éloignement de la source lumineuse et chaque numéro du sensitomètre de Scheiner et il indique le moyen d'évaluer l'intensité du voile des plaques photographiques. Dans les chapitres suivants, il traite de la construction de la courbe de noircissement et des constantes du développement.

Il décrit également ses intéressantes recherches sur les méthodes de renforcement et d'affaiblissement des couches photographiques au moyen de mesures micrométriques, ainsi que sur la suppression du voile au moyen d'un affaiblisseur.

La sensitométrie et les courbes de noircissement des plaques au gélatino-bromure d'argent sous l'influence des radiations diversement colorées et la détermination de la courbe de sensibilité des plaques photographiques pour le spectre de diffraction, terminent la première partie.

La deuxième partie est consacrée aux mesures de précaution qu'il est indispensable de prendre dans les essais photométriques par voie de méthode photographique. Le chapitre le plus important est celui qui traite de la comparaison de l'éclat photochimique de la lampe à la benzine avec celui d'une lampe à l'acétate d'amyle diaphragmée et de pouvoir optique sensiblement égal.

Dans la troisième partie, le Dr Eder décrit une nouvelle méthode de détermination des maxima de sensibilité du gélatino-bromure et du collodion à l'iodure d'argent. Il étudie spécialement les différentes actions sensibilisatrices des colorants sur le bromure et le chlorure d'argent.

L'ouvrage du Dr Eder constitue une étude très documentée et très consciencieuse, d'une haute portée scientifique. Nous croyons que, malgré son caractère technique, il n'est pas seulement destiné aux spécialistes. Nous sommes persuadé, au contraire, qu'il rendra des services aussi bien au point de vue du commerce que de la science, d'autant plus que les nombreux tableaux et graphiques qu'il renferme permettent d'en rendre la compréhension très facile.

A. Seyewetz,
Sous directeur de l'École de Chimie industrielle de Lyon.

3° Sciences naturelles

Mouillefert (P.), *Professeur à l'Ecole d'Agriculture de Grignon.* — **Traité de Sylviculture.** T. II. Exploitation et aménagement des bois. — 1 *vol. in-12 de* 476 *pages avec* 10 *planches et* 97 *figures.* (*Prix* : 6 *fr.*) *Felix Alcan, éditeur, Paris*, 1904.

Le premier volume de ce traité, paru au commencement de l'année dernière, était consacré à la description *des principales essences forestières.* Avec ce deuxième volume, l'auteur entre dans le domaine de la pratique.

M. Mouillefert consacre le premier chapitre au développement de l'arbre à l'état isolé et en massif, à la formation du capital ligneux et à ses modifications avec le temps.

Les principaux modes d'exploitation (futaies et taillis) sont ensuite décrits, au point de vue général et au point de vue spécial, c'est-à-dire l'application de ces méthodes à chacune de nos principales espèces, avec les meilleures indications pour la création de massifs de ces essences, les modes d'exploitation, la nature et la quantité des produits obtenus. Un chapitre est réservé aux oseraies. Le chapitre suivant traite de la trufficulture. L'auteur passe ensuite aux principaux modes d'abattage et de vidange des produits forestiers.

La deuxième partie du volume traite de l'aménagement des bois, comprenant l'inventaire des forces productives de la forêt, la formation des parcelles et des coupes; l'exploitabilité, question des plus importantes en sylviculture, est résumée d'une façon très claire. Le choix du régime à adopter suivant les circonstances, l'exposé du plan d'aménagement, le calcul des revenus annuels ou possibilité de la forêt sont ensuite traités. Le volume se termine par la description des méthodes à suivre quand il y a lieu de changer le régime d'exploitation.

L'énoncé des sujets traités suffit pour faire comprendre l'importance de ce deuxième volume pour les propriétaires forestiers, et pour toutes personnes que les questions de production des bois intéressent.

D. Zolla,
Professeur à l'Ecole d'Agriculture de Grignon.

D'Arsonval, *Professeur au Collège de France, Membre de l'Institut et de l'Académie de Médecine*; **Chauveau**, *Professeur au Muséum d'Histoire naturelle, Membre de l'Institut et de l'Académie de Médecine*; **Gariel**, *Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Professeur à la Faculté de Médecine de Paris, Membre de l'Académie de Médecine*; **Marey**, *Professeur au Collège de France, Membre de l'Institut et de l'Académie de Médecine, Directeurs.* — **G. Weiss**, *Ingénieur des Ponts et Chaussées, Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris, Secrétaire de la rédaction.* — **Traité de Physique biologique.** *Tome* II. — 1 *vol. gr. in*-8°, *de* 1144 *pages avec* 665 *figures, et* 3 *planches en noir et en couleurs.* (*Prix* : 25 *francs*). *Masson et C*ie, *éditeurs. Paris*, 1903.

Ce volume est le deuxième de cet important ouvrage, dont la publication, commencée il y a deux ans à peine, est si appréciée aujourd'hui par les biologistes. Pour mener rapidement à bien une œuvre aussi considérable, le même principe de division du travail et de répartition des articles entre de nombreux savants spécialement compétents a été conservé pour ce deuxième volume. Un tel système, fort avantageux pour l'exposition de chaque sujet pris séparément, n'est pas sans entraîner quelques difficultés pour la confection de l'ensemble du volume. La réunion des différents chapitres sur des sujets voisins donne souvent lieu à quelques redites, de même qu'elle expose aussi de temps à autre à certaines omissions, les différents collaborateurs n'ayant pas toujours entre eux une entente absolument suffisante. C'est à combler ce défaut d'homogénéité que s'est appliqué le secrétaire de la rédaction, et tous ceux qui savent apprécier la difficulté de ce genre de travail sauront le plus grand gré à M. Weiss du volume qu'il présente aujourd'hui aux biologistes.

Ce deuxième tome, sous son titre général : *Radiations-Optique*, renferme trente et un articles écrits par dix-sept collaborateurs. Une énumération de ces articles donnera un aperçu de l'importance et de l'intérêt du volume : Principes généraux d'Optique géométrique, par M. G. Weiss. — Constitution des radiations, par M. G. Weiss. — Spectroscopie biologique, par M. A. Hénocque. — Mesure et utilisation de la lumière, par M. André Broca. — Photographie, par M. A. Londe. — Chaleur rayonnante, par M. C.-M. Gariel. — Polarisation rotatoire et polarimétrie, par M. Th. Malosse. — Phosphorescence, Fluorescence, Transformation des radiations, par M. C.-M. Gariel. — Action de la lumière sur les animaux, par M. Raphaël Dubois. — Biophotogénèse ou production de la lumière par les êtres vivants, par M. Raphaël Dubois. — Action des radiations sur les végétaux, par M. L. Mangin. — Diffusion, par M. C.-M. Gariel. — Etude optique de l'œil, Œil réduit, Aberrations chromatiques, par M. C. Sigalas. — Puissance des systèmes centrés, numérotage des verres, par M. C. Sigalas. — Formation des images sur la rétine, par M. Tscherning. — Des divers états dioptriques de l'œil, emmétropie, amétropie, presbytie, par M. H. Bertin-Sans. — Astigmatisme, par M. A. Imbert. — Instruments d'optique physiologique destinés à la détermination des éléments des anomalies de la réfraction, par M. A. Imbert. — Procédé optométrique de Cuignet ou scotoscopie, par M. A. Imbert. — Correction optique des amétropies, par M. A. Imbert. — Ophtalmotonomètres, par M. A. Imbert. — Acuité visuelle, par M. Sulzer. — Champ visuel et topographie rétinienne, par M. Sulzer. — Impressions lumineuses sur la rétine, par M. Charpentier. — Images entoptiques, par M. G. Weiss. — Mouvements de l'œil, par M. C.-M. Gariel. — Vision binoculaire, Strabisme, par M. Tscherning. — Loupe, par Th. Guilloz. — Aperçu anatomique sur l'appareil visuel, par M. Auguste Pettit.

Tous ceux qui auront parcouru cet ouvrage, ou même qui l'auront simplement feuilleté, resteront frappés de l'importance et du nombre des articles relatifs à l'appareil de la vision. Plus de la moitié du volume, en effet, est consacrée à cette question. Si quelques physiologistes regrettent le peu de développement accordé à certains chapitres, comme à celui de la spectrophotométrie, ou si d'autres déplorent l'absence d'un chapitre sur la calorimétrie, tous trouveront parfaitement justifié, et apprécieront l'abondance du développement donné à l'étude de l'œil. C'est, parmi les études physiologiques difficiles, une de celles qui sont actuellement les mieux faites et les plus avancées; les savants les plus illustres y ont attaché leur nom et l'ont poussée à un haut degré de précision en la faisant bénéficier de l'application des méthodes physiques les plus délicates et les plus précises. Il convenait donc de lui donner ici une très large place, et c'est ce qui rendra ce volume particulièrement précieux aux biologistes et aux médecins. L. Camus.

4° Sciences médicales

Javal (Emile), *directeur honoraire du Laboratoire d'Ophtalmologie de l'Ecole des Hautes-Etudes, Membre de l'Académie de Médecine.* — **Entre Aveugles :** Conseils a l'usage des personnes qui viennent de perdre la vue. — 1 *vol. in*-16 *de* 208 *pages.* (*Prix* : 2 *fr.* 50). *Masson et C*ie, *éditeurs. Paris*, 1903.

En écrivant « Entre Aveugles, conseils à l'usage des personnes qui viennent de perdre la vue », le Dr Emile Javal voulait, avant tout, faire un livre utile et pratique. Il a pleinement réussi; mais il a, de plus, fait œuvre intéressante au point de vue psychologique et scientifique.

Comme son titre l'indique, ce livre sera surtout utile aux voyants devenus aveugles tardivement et plus particulièrement encore à ceux qui exerçaient avant leur malheur une profession libérale; il leur fera connaître rapidement tout ce que de pénibles et parfois douloureuses expériences ne leur enseigneraient que lentement.

Parce qu'il est un savant d'un esprit logique et précis, et parce qu'il a perdu la vue, M. Javal sait qu'il faut tout apprendre à l'aveugle, surtout peut-être les choses simples de la vie qui sont devenues pour lui difficiles et compliquées. Il indique tout à son compagnon d'infortune : comment se guider dans sa nuit et comment en société manger proprement et promptement, par quels artifices ingénieux assurer le secret de sa correspondance et de quelle façon classer lui-même ses papiers, etc... Il lui facilite la lecture et l'écriture en Braille. Il le fait même profiter des instruments qu'il a inventés ou perfectionnés pour son propre usage, comme la planchette scotographique et le tricycle tandem.

Mais beaucoup d'objets et de commodités ne sont pas à la portée de toutes les bourses; c'est pourquoi l'auteur conseille de ne pas faire connaître à un aveugle des jouissances qu'on ne pourrait pas lui procurer.

Aussi bien est-ce moins à l'aveugle qu'aux personnes qui l'entourent que le livre est destiné. Il leur indiquera toujours clairement, et souvent de façon charmante, les précautions matérielles à prendre pour épargner à l'infirme les accidents et mieux encore leur fera connaître les moyens de diminuer sa peine morale.

Ce qui est le plus pénible pour un homme actif qui a perdu la vue, c'est l'inaction. A l'inverse d'autres infirmités qui affaiblissent totalement un individu et ne lui laissent qu'un immense désir de repos, souvent la cécité ne diminue pas les forces, et les hommes d'énergie et de volonté conservent dans leur nuit un besoin d'action qui, chez certains, s'exalte même en face des difficultés. Il est donc bon que l'aveugle continue à exercer sa profession, ou du moins poursuive des travaux de même ordre. On ne doit pas, non plus, par une crainte exagérée des accidents, lui déconseiller l'exercice. Il sera d'autant plus heureux qu'il agira davantage.

Mais l'action, pour lui, suppose l'assistance d'autrui, et cette assistance lui est à charge; c'est donc une délicatesse de l'aider sans qu'il le remarque et sans le lui faire remarquer. Aisément l'aveugle devient défiant; il ne faut donc jamais le tromper, même avec les meilleures intentions, car la découverte d'un mensonge, même du plus pieux mensonge, marquerait pour lui le début d'incertitudes pénibles et définitives.

Peut-être, cependant, M. Javal exige-t-il du médecin trop de franchise, quand il lui demande de ne pas laisser d'espoir à celui dont la vue va s'éteindre. Quand ce malheureux profiterait du peu de vue qui lui reste pour s'habituer à l'écriture Braille, ce serait une mince consolation d'un désespoir anticipé. Ne peut-on pas, d'ailleurs, sans lui ôter toute espérance, lui faire « organiser sa vie en prévision de l'échéance fatale » ?

Un chapitre du livre est intitulé : le sixième sens; c'est de la sensation des obstacles éprouvée par certains aveugles (les aveugles-nés en particulier) qu'il s'agit ici. Reprenant la théorie de Lord Kelvin, M. Javal se demande si des radiations obscures ne peuvent pas impressionner le revêtement cutané et plus spécialement la peau du front. L'hypothèse ne paraît pas invraisemblable à qui connaît l'origine ectodermique de la rétine; il est toutefois probable, selon nous, que les sensations d'obstacles sont perçues par des organes variables suivant les individus, et, les faits cités paraissent le prouver, — chez beaucoup il s'agit de la persistance d'une faible perception lumineuse, et chez d'autres de sensations auditives.

On peut enfin tirer du livre de M. Javal une forte leçon. La vie actuelle de l'auteur est un admirable exemple de courage et d'énergie : elle prouve que, si la cécité peut interrompre d'admirables travaux scientifiques, elle ne peut pas rendre inactif un grand savant et inutile un vrai médecin. Dr René Onfray,

Moniteur à la Clinique ophtalmologique de la Faculté de Médecine.

Rothschild (Dr H. de). — **Le Lait à Copenhague.** — 1 *vol. de* 36 *pages avec* 12 *pl. hors texte.* (*Prix :* 2 *fr.*). *O. Doin, éditeur. Paris,* 1903.

Le docteur Henri de Rothschild s'occupe des questions d'hygiène de l'enfance et d'alimentation par le lait avec une compétence toute spéciale, avec une persévérance et un dévouement dont on doit lui être reconnaissant.

C'est au cours de ses études de prédilection qu'il est allé, chargé d'une Mission du Gouvernement, en Danemark, à Copenhague, pour s'enquérir par lui-même, sur place, des conditions du commerce du lait, et établir une comparaison entre ce qui se fait de très bien là-bas et, à ce que dit l'auteur, de bien médiocre chez nous, en France, et en particulier à Paris.

La petite brochure du docteur de Rothschild, intitulée : *Le Lait à Copenhague*, est d'une lecture fort attrayante, fort instructive. L'auteur passe en revue les précautions minutieuses prises en Danemark dans le but de livrer au public du lait pur et sain; il nous décrit les procédés de filtration, de pasteurisation ou de conservation par le froid, et enfin par les modes de transport et de distribution en ville. Cette étude consciencieuse et complète est appuyée de belles et nombreuses photographies.

Peut-être y aurait-il lieu d'adresser une modeste critique au savant auteur au sujet de la comparaison qu'il établit entre les prix d'achat et de vente du lait à Copenhague et à Paris.

Il semble que, dans notre grande ville, nous soyons victimes d'une scandaleuse exploitation, car, dit l'auteur, à Copenhague le lait est acheté en moyenne aux cultivateurs à 0 fr. 145 le litre et revendu aux particuliers 0 fr. 225, alors qu'à Paris les deux prix sont respectivement 0 fr. 13 (achat) et 0 fr. 50 (vente).

A Copenhague, le lait représente la boisson usuelle, très répandue; le commerçant en gros s'adresse directement à la clientèle comme le brasseur à Munich. A Paris, le lait est vendu en gros à 20 ou 22 centimes le litre, moins cher qu'à Copenhague, mais le public doit s'approvisionner chez le détaillant; c'est ce dernier, cet intermédiaire indispensable, qui majore le prix jusqu'au point de le doubler parfois en réalité.

Mais, laissant de côté cette petite querelle, nous estimons, en résumé, que l'étude si documentée du docteur de Rothschild sera lue avec intérêt par nos gros commerçants en lait, qui trouveront de-ci de-là des notes à prendre, des progrès à réaliser dans leurs laiteries, au grand profit de l'intérêt général du public qui consomme et qui paye. R. Lezé,

Professeur à l'Ecole d'Agriculture de Grignon.

Raynaud (Dr L.), *Directeur de la Santé, médecin des Hopitaux d'Alger.* — **Documents sur le Nord-Ouest Africain. Etude sur l'hygiène et la médecine au Maroc.** (*Suivi d'une Notice sur la Climatologie des principales villes de l'Empire*). — 1 *vol. in-8° de* 204 *pages.* (*Prix :* 5 *fr.*) *J. B. Baillère, éditeur. Paris,* 1903.

C'est l'œuvre d'un médecin curieux, non seulement de la Médecine, mais encore de ce que j'appellerai les « marginalia » de cette science.

Sous le prétexte médical, l'auteur nous fait pénétrer dans la société indigène du Maroc et nous donne une foule de détails de mœurs intéressants : son livre est de ceux que les ethnographes et les folkloristes feuilletteront avec profit. La partie consacrée à la médecine indigène est très importante ; elle ajoute beaucoup à ce que Quedenfeldt avait jadis écrit à ce sujet; la matière médicale est, en particulier, d'un grand intérêt. Enfin, le livre se termine par une série de documents entièrements inédits sur la climatologie du Maroc. Ce sont, avec les observations de MM. de Foucauld et de Segonzac, les seuls matériaux sérieux que nous possédions sur la météorologie marocaine; mais ils sont beaucoup plus importants que ceux de ces voyageurs, parce que ce sont des observations poursuivies sur place pendant plusieurs années. Aussi les géographes du Maroc les consulteront-ils nécessairement. M. le Dr Raynaud a bien payé sa contribution à l'exploration scientifique du Maroc qui se poursuit actuellement.

Edmond Doutté,

Chargé de cours à l'Ecole Supérieure des Lettres d'Alger.

5° Sciences diverses

Philippar (Ed.-V.), *Docteur en droit, ancien élève de l'Ecole nationale d'Agriculture de Grignon et de l'Ecole libre des Sciences politiques.* — **Contribution à l'étude du Crédit agricole en Algérie.** — 1 *vol. gr. in-8° de* 340 *pages. L. Larose, éditeur. Paris,* 1903.

L'Algérie a joué un rôle prépondérant dans notre mouvement colonial contemporain. Voisine de la Métropole, elle est en même temps la plus importante et la mieux connue de nos colonies; puis, elle n'a cessé d'être un champ d'expérience pour les méthodes et les procédés de colonisation.

Par l'institution des Délégations financières, elle est devenue, ces dernières années, l'école du « self government » colonial, qui effraye encore quelques esprits attachés aux traditions de l'autoritarisme administratif, mais n'en représente pas moins l'avenir nécessaire. Elle devait naturellement prendre la tête du courant de rénovation qui se dessine dans les études coloniales, par la substitution progressive des travaux de méthode scientifique à la littérature d'improvisation.

On a parfois méconnu dans les milieux algériens, où, faute d'une conception bien équilibrée des droits et des devoirs d'un régime d'autonomie libérale, sévit encore le fléau du particularisme de clocher, les services éminents et prépondérants rendus à l'Algérie par l'Enseignement supérieur. Ses écoles ne donnent pas seulement à notre France africaine une illustration scientifique dont elle a le droit d'être fière. Leur

exemple a fortement imprimé, dans la psychologie algérienne, le sentiment de l'utilité et de la supériorité de l'idée scientifique. N'en a-t-on pas la preuve, en constatant l'évolution si frappante qui se produit dans les recherches de tout ordre consacrées, en Algérie même, à l'étude de son histoire, de son sol, de ses habitants, de ses conditions économiques. Pour ne prendre qu'un exemple, n'est-il pas frappant de voir l'œuvre de la pénétration saharienne, dominée, synthétisée par Pouyanne, par Choisy et Rolland, par Roche et Béringer, compagnons de Flatters, par Foureau, par G. Flammand, et maintenant par Gautier, qui représente au Sahara l'Ecole Normale et l'Académie des Inscriptions?

Dans l'ordre d'idée des Sciences économiques, le livre de M. Philippar constitue une affirmation remarquable de ce mouvement scientifique. Il est et restera de ceux qu'on peut assigner comme modèle aux efforts de l'expansion coloniale moderne. L'auteur n'abordait pas seulement son sujet avec l'autorité de fortes études d'Agronomie, de Droit, d'Economie politique et avec la pratique des institutions de crédit d'Algérie. En entrant dans la famille de l'illustre savant dont il avait été l'élève à Grignon, il avait pu se pénétrer des enseignements, des exemples que donna toute la vie d'un des maîtres les plus féconds de la science contemporaine, M. Dehérain.

Sous le titre modeste de *Contribution à l'étude du Crédit agricole en Algérie*, M. Philippar a fait en réalité une étude complète des besoins du crédit, des organes qui le distribuent, et de son fonctionnement. Dans la première partie de l'ouvrage, consacrée aux *Besoins du Crédit*, il examine tout d'abord le caractère accidentel de la conquête de l'Algérie et ses conséquences; puis, montrant que les conditions locales donnent, dans le développement de l'Algérie, la prépondérance à l'élément agricole, il étudie les diverses industries agricoles au point de vue de leurs relations avec le crédit, dont la nécessité se trouve si fortement démontrée par la plaie générale de l'usure. Comment délivrer l'Algérie de ce fléau? L'usure n'apparaît-elle pas, si on l'analyse en tant que phénomène existant, « non plus comme une spéculation immorale, mais comme une pratique rendue nécessaire par les conditions ambiantes »? (P. 67.) Il est difficile de ne pas partager la conclusion de l'auteur : « Le taux élevé de l'intérêt en Algérie n'est pas simplement, comme on veut le faire croire, la résultante de l'avidité des uns ou de la détresse des autres : c'est la conséquence forcée de la situation d'un pays qui possède peu d'argent, quand tout le monde en a besoin de beaucoup ». (P. 69).

Dans la seconde partie, l'auteur donne l'historique des institutions de crédit, de tout ordre, qui fonctionnent en Algérie, en insistant sur leur rôle agricole. Ce résumé, substantiel et clair, intéressera vivement les lecteurs désireux de se faire une idée précise et documentée de la situation et du fonctionnement de ces institutions, ainsi que de l'importance de leur intervention dans le mécanisme de la vie de l'Algérie. Le chapitre V : *Les Sociétés indigènes de prévoyance, de secours et de prêts mutuels* retiendra particulièrement l'attention de ceux qui se préoccupent des besoins de la population indigène. En appréciant grandement les heureux résultats assurés déjà par le progrès philanthropique que représentent ces Sociétés de prévoyance dans leur état actuel, on ira peut-être plus loin que les conclusions qui en terminent l'étude. Pour combattre le développement de l'usure en Egypte, l'Administration anglaise n'a pas hésité à organiser un régime de prêts de Banque, garantis par elle, et dont elle assure le remboursement au même titre que la perception de l'impôt. Cette pratique a des précédents anciens en Algérie, où, à mainte reprise, les communes indigènes ont contracté des prêts isolés en faveur de tribus éprouvées par les épizooties ou la sécheresse. Le moment n'est-il pas venu, tout en conservant et en développant les Sociétés indigènes de prévoyance, en assurant aussi « une distribution de plus en plus impartiale et justifiée, tant des secours que des crédits » (p. 242), comme le demande si justement M. Philippar, de faire bénéficier les indigènes des avantages que rend possibles, au point de vue du crédit, l'organisation spéciale des communes indigènes et mixtes?

Les conditions particulières de l'Algérie ne placent-elles pas, dans bien des cas, les travaux d'intérêt local, afférents à une tribu, ou à une fraction de tribu, sur le même pied, comme rendement utile, que les prêts individuels. En présence d'une tribu dévorée par l'usure, à la suite de mauvaises récoltes, l'Administration communale se trouve entravée jusqu'à un certain point — malgré les précédents — dans l'œuvre de relèvement qu'assurerait un crédit suffisant. Ne peut-elle agir efficacement, en empruntant elle-même, aux profits et charges de la tribu, pour transformer rapidement, par des barrages, des canaux d'irrigation, des abreuvoirs, des puits, les conditions de la production agricole?

En discutant, dans la troisième partie, « le fonctionnement du crédit », M. Philippar analyse en premier lieu les circonstances économiques générales qui augmentent l'intensité et la diversité des besoins de crédit. Il en résulte une division à faire entre les divers besoins de crédit, suivant qu'ils résultent d'événements accidentels, ou se rapportent à l'amélioration et à l'extension de la propriété, à la préparation des récoltes, ou à l'attente de la vente.

La conclusion générale de cette « contribution à l'étude du crédit », précieuse pour l'étude de la vie sociale et économique de l'Algérie, est de celles qu'on ne saurait trop mettre en lumière.

Tandis que « la Tunisie a systématiquement écarté le colon pauvre », et « recherché surtout le colon moyen et le capitaliste » (p. 328), on peut dire qu'il s'est produit l'inverse pour l'Algérie. « On y a amené beaucoup de colons pauvres, qui, au point de vue de la solidité de notre établissement, ont joué un rôle considérable, mais qui n'ont pas accru la richesse du sol autant qu'on pourrait le souhaiter » (p. 328). A ce pays, si merveilleusement doté par la nature, si abondamment pourvu de main-d'œuvre, à deux degrés, par les indigènes et par les colons, il ne manque que l'élément décisif de la prospérité : l'intervention active et expérimentée des capitaux.

Comment ne pas s'associer à cette conclusion nécessaire? Pour ne prendre qu'un exemple, comment ne pas songer à ce que deviendrait l'admirable vallée du Chélif, avec la masse énorme d'eau qui s'y perd, ses couches profondes d'humus et sa population laborieuse, si elle était moins ignorée des capitaux métropolitains? En développant cet ordre d'idées, on s'écarterait du cadre assigné par M. Philippar à son excellente étude. Mais peut-on s'empêcher, quand on connaît l'Algérie, quand on l'aime, de souhaiter à nos grandes institutions de crédit le sentiment nécessaire du mouvement moderne de la vie économique et sociale, afin qu'elles se départissent, au moins en sa faveur, des préférences trop administratives qui les tiennent à l'écart des entreprises les plus fécondes. Quel grand rôle n'auraient-elles pas, quelle puissante prospérité ne réussiraient-elles pas à s'assurer, au lieu de végéter dans les emprunts d'état, si, en Algérie comme ailleurs, elles entreprenaient résolument la tâche féconde de transformer notre expansion coloniale, trop géographique, en expansion économique? Puisse l'Algérie, elle-même, qui donne à nos colonies l'exemple de la méthode scientifique dans le mouvement intellectuel, leur donner aussi l'exemple de l'activité pratique dans le mouvement économique, en se désintéressant de ses çofs politiques, en se passionnant pour son seul intérêt positif : celui de ses cultures, de ses troupeaux, celui de la prospérité matérielle. L'ouvrage de M. Philippar ne peut que l'y encourager à tous égards. Il mérite toute sa sympathique attention.

A. Le Chatelier,
Professeur au Collège de France.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

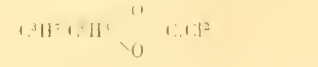
ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 15 Février 1904.

M. le Président annonce à l'Académie la mort de M. **O. Callandreau**, membre de la Section d'Astronomie.

1° Sciences mathématiques. — M. **Edm. Maillet** communique ses recherches sur les nombres quasi-rationnels et les fractions arithmétiques ordinaires ou continues quasi-périodiques. — M. **J. Boussinesq** démontre d'une façon simple et générale l'unicité de la solution simple fondamentale et de l'expression asymptotique des températures dans le problème du refroidissement.

2° Sciences physiques. — M. **A. Debierne** a reconnu que l'énergie de l'émanation de l'actinium, mesurée par l'effet d'ionisation dans les gaz, décroît régulièrement à partir du moment ou l'émanation a été produite : la diminution est de moitié en 3,9 secondes. L'énergie activante de l'émanation augmente d'abord, passe par un maximum, puis diminue ensuite suivant la même loi. — M. **Aug. Charpentier** a réalisé au moyen de fils de cuivre la transmission des rayons N émis dans la phosphorescence ; on peut également transmettre ces rayons par une ficelle imprégnée d'une solution collodionnée de sulfure de calcium phosphorescent. — M. **E. Ariès** étudie les conditions de l'état indifférent d'un système chimique. — MM. **A. Brochet** et **J. Petit** montrent que la présence d'ions complexes n'est pas nécessaire pour qu'il y ait électrolyse sous l'action du courant alternatif. — MM. **P. Sabatier** et **A. Mailhe** ont constaté qu'en faisant agir l'hydrogène sur les dérivés halogénés de la série grasse en présence de nickel réduit, l'halogène n'est jamais remplacé par H ; il est éliminé plus ou moins facilement sous forme d'hydracide et il se forme un composé incomplet ou bien la molécule se dédouble. — M. **R. Lespieau** a préparé l'éther γ-chloroacétylacétique par oxydation du composé $CH^2Cl.CH(OH).CH^2CO^2C^2H^5$ avec le bichromate ; l'éther obtenu est un liquide incolore, Eb. 105° sous 11 millimètres ; il se condense avec la thio-urée pour former l'amidothiazylacétate d'éthyle. — M. **R. Delange**, en faisant réagir PCl^5 sur le dihydrosafrol, a obtenu le dichlorométhène-dioxypropylbenzène :



Il est décomposé par l'eau, l'alcool, l'acide acétique avec formation de carbonate de propylpyrocatéchine. — M. **L.-J. Simon**, en dissolvant l'allantoïne dans la potasse, a obtenu un sel, l'allantoate de K, d'où les acides précipitent un acide allantoïque. Celui-ci est décomposé par l'eau chaude avec formation d'acide glyoxylique et d'urée. — M. **A. Fernbach** montre que les petits granules de fécule représentent un noyau relativement riche en phosphore sur lequel viennent se superposer peu à peu, pour former des grains de plus en plus gros, des couches d'amidon exemptes de cet élément. — MM. **E. Heckel** et **F. Schlagdenhauffen** montrent que le produit de sécrétion rouge dominant dans l'écorce de *Dipteryx odorata* présente la plus grande analogie avec les *kinos* déjà connus.

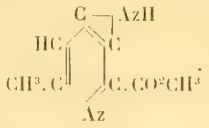
3° Sciences naturelles. — M. **A. Charrin** fait voir la multiplicité et la complexité des produits volatils ou stables, solubles ou insolubles dans l'alcool, alcaloïdiques ou diastasiques, d'origine microbienne, cellulaire ou mixte, qui naissent au cours d'une infection.

Séance du 22 Février 1904.

1° Sciences mathématiques. — M. **Em. Picard** montre que, pour la surface la plus générale de degré m ($m \geqslant 4$), le nombre ρ est égal à 1 et que, de plus, toute intégrale de différentielle totale relative à la surface est une combinaison algébrico-logarithmique. — M. **C. Guichard** présente ses recherches sur les groupes de réseaux et de congruences. — M. **P. Montel** recherche les conditions de convergence uniforme d'une suite infinie de fonctions analytiques de z à l'intérieur d'un domaine connexe D. — M. **R. de Montessus de Ballore** étudie la représentation des fonctions par des suites de fractions rationnelles. — MM. **A. Perot** et **H.-Michel Lévy** ont étudié la fragilité des métaux par la mesure des efforts développés dans le choc d'éprouvettes entaillées. Les métaux se divisent en deux groupes : ceux où la résistance à la déformation est constante ou augmente jusqu'à la rupture, et ceux où elle passe par un maximum pour décroître ensuite.

2° Sciences physiques. — M. **H. Pellat** montre que la luminescence du gaz appelée colonne anodique suit exactement la trajectoire des corpuscules négatifs et n'a aucun rapport avec celle des ions positifs. — M. **R. Blondlot** a enregistré, au moyen de la photographie, l'action produite sur les rayons N par une petite étincelle électrique. — M. **G. Sagnac** a constaté que les anomalies de la propagation de la lumière dans les instruments d'optique sont dues uniquement à une série d'oscillations de la phase (retards alternant avec des avances) qui se répètent indéfiniment le long de l'axe. — M. **J. Thovert** a reconnu que la vitesse de diffusion varie exactement en raison inverse de la viscosité du liquide où elle se produit. — M. **Marage** a constaté que le tympan et la chaîne des osselets à l'état physiologique transmettent toutes les vibrations du son avec leurs qualités propres ; à l'état pathologique, ces mêmes parties transmettent les vibrations en conservant leur forme, mais en modifiant leur hauteur et leur intensité. — M. **C. de Watteville** montre qu'on doit attribuer aux variations de température de l'arc les modifications qui se produisent dans son spectre sous certaines conditions. — M. **J. de Kowalski** : Sur la décharge disruptive à haute tension (voir p. 275). — M. **N. V. Karpen** présente un nouveau récepteur pour la télégraphie sans fil. — M. **P. Jégou** a reconnu que tout fil parcouru par un courant électrique émet des rayons N reconnaissables à leur action sur la flamme d'un bec de gaz. — M. **A. Guébhard** donne, en fonction du temps, les courbes de sur et sous-exposition d'un cliché photographique et celles de l'inversion par surdéveloppement lent. — MM. **R.-L. Mond** et **M. Wildermann** décrivent un nouveau type perfectionné de chronographe. — M. **E. Solvay** propose, à propos du radium, l'adoption d'un nouveau principe physique : celui de la permanence du caractère spécifique propre à chacun des rayons énergétiques jusque dans leur potentialisation même. C'est-à-dire que l'individualité des substances solaires, émissives de ces rayons, persisterait dans leur fixation potentielle, et leurs raies spectrales, en conséquence, devraient se retrouver dans l'énergie émise par les corps radio-actifs. — MM. **Eug. Charabot** et **J. Rocherolles** démontrent la loi suivante : Dans la distillation de deux substances contenues dans des vases différents, le rapport $\frac{P}{P'}$ entre le poids de la substance la moins volatile et le poids de la substance la plus volatile que l'on recueille simultanément augmente : 1° lorsque la température à la-

quelle on maintient la seconde substance croît; 2° lorsque la pression qui règne dans l'appareil décroît. — MM. **V. Auger** et **M. Billy**, en fondant ensemble du permanganate de potassium, une base alcalino-terreuse et un mélange fusible de nitrates alcalins, ont obtenu des mangani-manganates $Mn^2O^8\ M^3.H^2O$ ou $OH.M.O.MnO.O.M.O.MnO^2.O.M.OH$. — M. **L. Meunier** montre que la mise en liberté d'acide nitreux des solutions de nitrite de soude par CO^2, dans les expériences de MM. Marie et Marquis, n'a lieu qu'en présence de KI ou de sels halogénés, mais non avec le sel pur. — MM. **A. Haller** et **Th. Muller** ont constaté, par la mesure des indices de réfraction, que les acides méthiniques cyanés semblent exister naturellement sous la forme énolique. D'autre part, l'accumulation dans ces composés de radicaux négatifs exalte non seulement la fonction acide, mais encore la réfraction et la dispersion moléculaires. — MM. **P. Sabatier** et **J.-B. Senderens**, en hydrogénant l'aniline par le nickel réduit, ont obtenu : la cyclohexylamine $C^6H^{11}AzH^2$, Eb. 134°; la dicyclohexylamine $(C^6H^{11})^2AzH$, Eb. 250°; et la cyclohexylaniline $C^6H^5AzH.C^6H^{11}$, Eb. 275°. — M. **E. Roux** a obtenu, par réduction de la mannosoxime, une nouvelle base, la mannamine ou amino-1-hexanepentol $\frac{4:5}{2:3}.6$; elle constitue des cristaux incolores, F. 139°; $[\alpha]_D = -2°$ en solution aqueuse. — MM. **L. Maquenne** et **L. Philippe** ont dédoublé l'acide ricinique, par action de HCl fumant en tube scellé, en AzH^3, CO^2 et une base F. 80° qui est une méthyldioxypyridine ou méthyloxypyridone. On en déduit pour la ricinine la formule :



— M. **L. Lindet** a étudié l'inversion des solutions de sucre chauffées dans des vases de verre ou de métal. L'inversion est activée ou retardée suivant qu'il se forme des hydrates d'oxydes à propriétés acides ou basiques. — M. **M. E. Pozzi-Escot** rappelle qu'il a montré, antérieurement à MM. Abelous et Aloy, l'existence d'une diastase oxydo-réductrice dans les cellules vivantes.

3e Sciences naturelles. — MM. **Aug. Charpentier** et **Ed. Meyer** ont observé une émission plus grande de rayons N par les nerfs glandulaires excités par voie réflexe et par les nerfs inhibiteurs excités directement. — M. **G. Ballet** a constaté une diminution d'émission des rayons N au niveau des muscles paralysés ou atrophiés dans les cas de myopathie, de névrites ou de poliomyélites. — MM. **V. Henri** et **A. Mayer** ont reconnu que les radiations du radium peuvent précipiter les colloïdes positifs. Elles transforment l'oxyhémoglobine en méthémoglobine, qui se précipite lentement; elles détruisent peu à peu l'activité des ferments. — M. **C. Phisalix** a observé aussi que les rayons du radium exercent sur le venin de vipère une influence atténuante dont l'intensité est fonction du temps et probablement aussi de l'activité du sel de radium. — M. **A. Laveran** a constaté que le sérum humain, inefficace sur le *Tr. gambiense*, a, au contraire, une action évidente, quoique faible, sur le Trypanosome des chevaux de Gambie. L'acide arsénieux à dose suffisante agit sur le *Tr. gambiense*. — M. **E. Bouvier** montre que la mutation *Henshawi* de l'*Atya bisulcata* et la mutation *Alluaudi* de l'*A. Serrata* sont bien des *Ortmannia*; mais elles représentent des espèces en voie d'évolution et qui, suivant le cas, pourront persister ou disparaître en tant qu'*Ortmannia*; ce sont des formes ataviques d'*Atya*. — M. **G. Chauveaud** a reconnu que la tige des Fougères est constituée par la fusion de parties différentes, en nombre variable suivant le niveau considéré. — M. **I. Gallaud** montre que, contrairement aux hypothèses actuelles, les formes libres auxquelles il faut rattacher les endophytes d'Orchidées ne sont pas des *Fusarium*. — M. **M. Molliard** a trouvé que la forme conidienne de la Morille est un *Costantinella*. — MM. **L. Mangin** et **P. Viala** signalent que, grâce aux pluies abondantes de 1903, la cochenille a repris en Palestine la vie aérienne qu'elle avait autrefois; ses piqûres renouvelées sur les souches de vigne ont produit une végétation extraordinaire du *Bornetina corium*. — MM. **L. Daniel** et **Ch. Laurent** montrent que le vin des vignes greffées diffère sensiblement du vin des vignes non greffées; les variations de ses divers éléments dépendent de la nature des sujets; le changement peut être utile ou nuisible suivant les cas. — M. **M. Boule** a cherché à déterminer l'âge des squelettes humains trouvés dans les grottes de Menton. Deux paraissent appartenir au Quaternaire inférieur, un au Quaternaire moyen et un autre au Quaternaire supérieur. — M. **Grand'Eury** a découvert que les Sigillaires et les Lepidodendrons fossiles ont des souches et des rhizomes analogues susceptibles d'emprunter les traits distinctifs des tiges. — M. **E.-A. Martel** décrit le gouffre-tunnel d'Oupliz-Tsike, en Transcaucasie; c'est la plus grande excavation naturelle rencontrée dans le grès. — M. **J. Thoulet** décrit une méthode de reconnaissance et de mesure des courants sous-marins profonds par l'étude des variations de densité.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 2 Février 1904.

M. **Lannelongue** a complété le traitement sclérogène des ostéo-arthrites tuberculeuses par une méthode d'injection qu'il appelle intra-extra-articulaire. On fait d'abord une injection intra-articulaire avec de l'huile iodoformée créosotée; puis, au bout de quelques jours, une injection extra-articulaire au chlorure de zinc. On obtient ainsi des guérisons beaucoup plus rapides. — M. **Cadiot** lit un travail sur le cancer chez les animaux.

Séance du 9 Février 1904.

M. **Le Dentu** montre que le diagnostic purement clinique de l'actinomycose par les seuls signes objectifs est absolument impossible dans certains cas. Pour lui, toute observation d'actinomycose doit être appuyée de la constatation, dans le pus ou le tissu de la tumeur, des éléments du champignon. — M. **Le Damany** lit un travail sur la pathogénie de la luxation congénitale de la hanche.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 6 Février 1904

MM. **J. Renaut** et **E. Laguesse** critiquent les travaux de M. Zachariadès sur les fibres conjonctives. — M. **Verdun** décrit un nouveau procédé de coloration de l'amibe de la dysenterie et des abcès tropicaux du foie, basé sur l'emploi de deux solutions : l'une à l'éosine, l'autre aux bleus de Borrel et d'Unna. Il donne ensuite quelques caractères spécifiques des amibes préparés par son procédé. — M. **G. Bohn** montre que les mouvements respiratoires musculaires des Annélides marins sont essentiellement en rapport avec leur genre de vie. — MM. **P. Ferret** et **A. Weber** décrivent quelques malformations du système nerveux central de l'embryon de poulet obtenues expérimentalement : 1° anomalies résultant de l'absence de fermeture partielle ou totale de la gouttière nerveuse; 2° absence de développement de portions de la plaque médullaire. — MM. **M. Doyon** et **A. Morel** ont étudié l'action de quelques corps ternaires (glycérine, mannite, arabinose, dextrose, lévulose, saccharose, inuline) sur le glycogène du foie; seuls, le dextrose et le lévulose ont augmenté le glycogène d'une façon sensible. — MM. **M. Doyon**, **N. Kareff** et **Fenestrier** ont observé une hyperglycémie consécutive à l'injection de pilocarpine dans la veine porte. — MM. **M. Doyon** et

N. Kareff ont constaté que l'atropine injectée dans la veine porte détermine chez le chien une baisse sensible de la pression et l'incoagulabilité du sang. — **M. H. Cristiani** a reconnu que les résultats défavorables obtenus dans la greffe thyroïdienne chez les Oiseaux provenaient de la présence, sur une des faces de l'organe, du revêtement épithélial d'un des sacs aériens des Oiseaux. — Le même auteur montre que de petits morceaux du tissu thyroïdien peuvent être greffés avec succès après avoir séjourné dans de l'eau salée physiologique. — MM. **E. Wertheimer** et **Ch. Dubois** ont constaté qu'une injection préalable d'atropine supprime complètement, à dose appropriée, les effets excitants de la physostigmine sur la sécrétion pancréatique. — MM. **G. Billard** et **L. Dieulafé** montrent que les substances capables d'abaisser la tension superficielle des solutions aqueuses favorisent leur absorption par les végétaux. — M. **R. Dubois** rappelle ses recherches, antérieures à celles de M. Yung, sur l'olfaction chez l'escargot. — M. **F. Battelli** a observé que, chez le chien, le pouvoir hémolytique du sérum sanguin et celui de la lymphe du canal thoracique sont entre eux, en moyenne, dans le rapport de 11 à 7. L'alexine hémolytique provient des gros mononucléaires. — M. **E. Nicolas** a constaté un abaissement considérable de la tension superficielle des urines d'herbivores par l'addition de NaCl. — MM. **A. Frouin** et **E. Pozerski** décrivent un procédé de section intrathoracique des pneumogastriques chez le chien par voie abdominale. — M. **A. Frouin** montre que la pepsine urinaire est d'origine stomacale; elle est résorbée au niveau de l'estomac et ne peut l'être au niveau de l'intestin. — MM. **Le Play** et **Corpechot** décrivent les lésions des reins provoquées par l'action des néphrolysines. — M. **M. Hepp** montre que le suc gastrique physiologique exerce une action excito-sécrétoire puissante et durable sur la sécrétion de la muqueuse gastrique malade, action qui tend à la régénérer. — **M. M. Letulle** a observé un cas de varices lymphatiques de l'intestin grêle.

Séance du 13 Février 1904.

M. **Ch. Richet** montre que, si l'on veut éliminer complètement, dans les opérations chimiques autolytiques ou diastasiques, les phénomènes dus aux microbes, il ne faut pas se servir de chloroforme *ou* de benzène; tout au plus pourra-t-on employer un mélange des deux. — Le même auteur a observé que les rayons dégagés par le sulfure de calcium ont une faible action (retardante) sur la fermentation lactique. — M. **C. Phisalix** présente un cobaye qui montre des attaques épileptiformes survenues à la suite d'une infection microbienne. — MM. **J.-E. Abelous** et **J. Aloy** ont constaté que la diastase oxydo-réductrice existe chez les végétaux comme chez les animaux; mais, chez les premiers, son action est entravée par la présence des oxydases vraies. — M. **H. Cristiani** a observé que du tissu thyroïdien de rat ayant séjourné dans du sérum de lapin préalablement séché, puis dilué avec de l'eau distillée, a donné d'excellentes greffes. — Le même auteur a pratiqué avec succès des greffes thyroïdiennes chez les Amphibiens, quoique l'opération soit beaucoup plus difficile que pour les autres classes de Vertébrés. — MM. **V. Henri** et **A. Mayer** : Action du radium sur les colloïdes et sur les ferments solubles (voir p. 273). — MM. **V. Henri** et **G. Stodel** ont observé que les troubles dus à la destruction du labyrinthe chez les Grenouilles disparaissent progressivement; mais ils reparaissent brusquement si l'on procède à l'ablation des hémisphères cérébraux. — M. **E.-L. Trouessart** a reconnu la coexistence de deux formes d'hypopes (enkystée et migratile) dans une même espèce, chez les Acariens du genre *Trichotarsus*. — M. **E. Wahlen** a cherché à caractériser la substance vaccinante sécrétée par le microbe de la tuberculose; c'est une nucléo-albumine. — MM. **H. Bierry** et **A. Pettit** ont constaté que le sérum de lapins ayant reçu, par voie d'injections intracœlomiques, non plus des cellules entières, mais des nucléoprotéides préalablement isolés, est doué de propriétés cytotoxiques énergiques pour l'organe dont ces albuminoïdes dérivent. — M. **J. de Christmas** montre que la réaction fébrile de Marmorek n'est pas suffisante pour établir le diagnostic de la tuberculose. — M. **G. Bohn** a observé, chez les Annélides marins, que les mouvements hélicoïdaux se substituent aux mouvements sinusoïdaux toutes les fois qu'il y a un effort à vaincre. — M. **A. Branca** a reconnu que le testicule perd parfois sa fonction spermatogène chez les Axolotls en captivité. — M. **L. Launoy** montre qu'au point de vue histologique la pilocarpine (injectée à doses fortes par la voie veineuse) ne peut pas être regardée comme un véritable agent sécréteur pour la cellule pancréatique. L'activité anormale des sucs de pilocarpine s'explique par le passage des leucocytes dans la sécrétion (que l'auteur a vérifié histologiquement) et l'apport d'une kinase par ces éléments. — M. **R.-J. Laufer** montre que, dans la formation des œdèmes, il faut tenir compte de la quantité de liquide ingéré. Une élévation de la pression sanguine précède la formation et suit la résorption de l'œdème. — MM. **Dopter** et **Gouraud** ont observé que la capsule surrénale réagit d'une façon particulière devant l'intoxication urémique (vascularisation et hypertrophie de certains éléments glandulaires). — MM. **H. Bierry** et **S. Lalou** ont constaté que, sous l'influence de l'adrénaline, l'augmentation du sucre du liquide céphalo-rachidien une fois établie se maintient au moins pendant six heures, tandis que l'hyperglycémie disparaît assez rapidement. — M. **A. Giard** montre que la petite Pintadine de la Méditerranée doit être appelée *Meleagrina albina* Lamarck ou *M. occa* Reeve.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE NANCY

Séance du 12 Janvier 1904.

M. **Aug. Charpentier** : Moyens d'observation et caractères divers des radiations d'origine physiologique (voir p. 239). — M. **Ed. Meyer** : Emission de rayons N par les végétaux (voir p. 24). — M. **L. Garnier** montre que le prétendu chlore organique découvert dans le foie par M. J. Perin n'y existe pas plus que dans le pancréas, la rate et les reins, et qu'il représente, en réalité, l'acide HCl déplacé par P^2O^5 résultant de l'oxydation du P des nucléines et lécithines. Par contre, la muqueuse de l'intestin grêle renferme un acide (HCl) demi-combiné. — MM. **P. Ferret** et **A. Weber** ont constaté que la piqûre des enveloppes secondaires de l'œuf constitue un procédé tératogénique excellent, surtout quand la piqûre a lieu aux environs du germe. — MM. **P. Ancel** et **P. Bouin** ont observé deux sortes de cellules interstitielles chez le cheval, les unes éosinophiles, les autres picrinophiles. — Les mêmes auteurs montrent que la ligature du canal déférent seul, chez les animaux dont le testicule possède encore sa structure embryonnaire, n'arrête le développement ni de la glande séminale, ni de la glande interstitielle. On n'est pas autorisé à dire que l'apparition des caractères sexuels secondaires est sous l'influence de la glande interstitielle sans avoir montré que les cellules séminales et le syncytium sertolien ne sont apparus à aucune période du développement du testicule. — M. **R. Maire** a constaté chez une Piézizée, la *Pustularia vesiculosa*, et une Phacidiacée, la *Rhytisma acerinum*, l'existence de quatre chromosomes dans les mitoses de l'asque.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séance du 2 Février 1904.

M. **R. Dupouy** a constaté que l'action des diastases oxydantes de l'organisme n'est pas gênée par la quinine et que ses propriétés antithermiques ne sont pas dues à une diminution des oxydations intra-organiques diastasiques. — Le même auteur n'a pas trouvé d'eau

oxygénée dans la salive. — **M. J. Sellier** a presque constamment trouvé, dans le sang de divers Poissons et Crustacés, une diastase saccharifiante. — **M. Ch. Pérez** présente quelques observations sur les larves d'Hydrachnes. — **M. J. Bergonié** décrit une méthode pour la mesure de la résistance thermique ou coefficient d'utilité des vêtements confectionnés (voir p. 207). — **M. Tribondeau** a étudié les enclaves contenues dans les cellules des tubes contournés du rein chez la Tortue; elles sont plus nombreuses en hiver qu'en été; elles changent de composition. — **M. M. Cavalié** a observé qu'il existe, chez l'embryon de poulet, dans l'intérieur des muscles, du quatorzième au dix-septième jour, des traînées cellulaires rappelant la disposition des nerfs moteurs préterminaux et des terminaisons nerveuses motrices. — **M. A. Pitres** signale l'existence, dans trois cas de névralgie rebelle du trijumeau, d'une réaction méningée se traduisant par de la lymphocytose du liquide céphalo-rachidien.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 19 Février 1904.

M. le Secrétaire général présente, au nom de **M. E. Ducretet**, une *expérience montrant la production spontanée de courants alternatifs de fréquence élevée au moyen du téléphone.* L'appareil employé est le téléphone haut parleur de MM. R. Gaillard et E. Ducretet. On met en circuit le microphone, le récepteur et une pile d'une dizaine de volts, de manière à obtenir un courant d'environ un demi-ampère. Si l'on place le récepteur à environ 30 centimètres en avant du microphone et si l'on imprime à ce microphone une légère secousse, on entend un son de sirène très puissant qui se maintient indéfiniment et dont on peut régler la hauteur en modifiant la distance des deux appareils. Le courant qui passe dans le circuit est un courant *interrompu* de l'ordre de grandeur de l'ampère. Au moyen d'un transformateur ordinaire de téléphone, on obtient un courant alternatif de même puissance dont la fréquence est exactement réglée par la hauteur du tuyau sonore. — **M. J. de Kowalski** présente ses recherches *sur la décharge disruptive à très haute tension.* Il a pu, grâce à l'amabilité de la Compagnie de l'Industrie électrique à Genève, effectuer une série d'expériences avec du courant continu sous la tension de 65.000 volts. Après avoir décrit brièvement les machines système Thury et étudié le caractère des décharges à haute tension dans l'air, il indique le moyen de produire de très fortes oscillations au moyen d'une batterie de condensateurs et appuie sur l'importance de ce genre de production des ondes pour la télégraphie sans fil. Il étudie quelques-uns des effets du condensateur sur la marche de la machine (régularisation des tensions) et passe aux résultats qu'il a obtenus en mesurant les distances explosives dans l'air à haut potentiel. L'arc électrique formé par un courant continu à haute tension entre électrodes métalliques a été étudié pour la première fois avec le même courant. Les caractères généraux du phénomène se rapprochent de ceux qui ont été reconnus par MM. Guye et Monasch pour l'arc à courant alternatif. On distingue aussi une zone stable et instable dans lesquelles l'arc semble dépendre de très près de certaines conditions de l'expérience. Ainsi, par exemple, la longueur limite de l'arc, dans la zone stable, dépend de l'intensité du courant et de la différence de potentiel aux bornes de la machine. Dans la zone instable, l'arc a un aspect dissymétrique par rapport au plan perpendiculaire à la ligne des pôles. A peu près fixe à la cathode, il va aboutir successivement et très rapidement à des points très différents de l'anode. — **M. A. Turpain** a étudié *les propriétés des cohéreurs associés.* Les recherches ont été faites avec des cohéreurs à limaille métallique, différant entre eux par la longueur des intervalles séparant les électrodes (8, 9, 10, 12, 14 et 16 dixièmes de millimètre). M. Turpain a d'abord constaté que la sensibilité de ces cohéreurs, pris isolément, est d'autant plus faible que l'intervalle entre électrodes est plus grand. Il a, de plus, reconnu que cette sensibilité est beaucoup plus grande quand le cohéreur est en circuit fermé que quand il est en circuit ouvert au moment où il reçoit des ondes. Il a ensuite étudié la sensibilité des cohéreurs précédents disposés en parallèle, trois à trois ou tous les six. Il a observé encore une sensibilité bien plus grande en circuit fermé qu'en circuit ouvert. Les six cohéreurs étant disposés en série, la sensibilité de l'ensemble n'est guère différente, que le circuit soit fermé ou ouvert. Cette sensibilité dépend du point de la chaîne des cohéreurs où l'antenne est attachée. Si l'antenne est formée de quatre fils, respectivement reliés à quatre points différents de la chaîne, la sensibilité est notablement accrue. En disposant en série deux ou trois des cohéreurs, et mettant en parallèle les trois ou deux chaînes ainsi formées, M. Turpain a reconnu que la sensibilité de l'ensemble dépend du mode d'association et aussi du nombre des points d'attache des fils de l'antenne. Cette sensibilité est maximum quand les cohéreurs sont disposés suivant trois chaînes de deux cohéreurs en série et l'antenne formée de trois fils reliés aux milieux des trois chaînes. — **M. A. d'Arsonval** décrit un procédé pour souffler automatiquement l'arc de haute fréquence par le courant lui-même et le fait fonctionner. Ce procédé consiste à ajouter aux bornes de l'éclateur un condensateur de capacité et de self convenables, indépendant du condensateur d'utilisation. — **MM. A. d'Arsonval** et **Gaiffe** décrivent et font fonctionner devant la Société un dispositif spécial qui a pour but d'empêcher le retour en arrière de l'éclateur des ondes de haute fréquence. Ce dispositif consiste essentiellement dans l'intercalation, entre le transformateur et l'éclateur, d'une boîte comprenant des résistances self-inductives et d'un condensateur branché en dérivation aux bornes à haut potentiel du transformateur. On évite ainsi tout retour en arrière des ondes de haute fréquence et l'on protège efficacement toutes les parties du circuit à basse fréquence, y compris l'alternateur, qui, sans cette précaution, est souvent mis hors de service comme les auteurs en ont vu de fréquents exemples.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 12 Février 1904

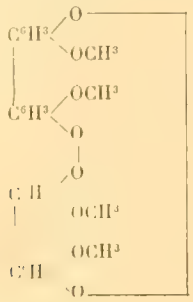
M. P. Freundler résume les résultats qu'il a obtenus en réduisant divers dérivés nitrés en solution alcaline. Il montre que l'influence de la position des groupements substitués dans le noyau influe dans une large mesure sur la formation des azoïques, et développe à ce propos les idées de M. Bamberger touchant le passage direct des hydroxylamines aux azoïques par déshydratation. — **M. R. Delange** montre que le dichlorométhènedioxypropylbenzène bout à 142°-145° (10 mm.), réagit sur l'eau, l'alcool absolu, l'anhydride et l'acide acétique, l'acide benzoïque avec formation de carbonate de propylpyrocatéchine; le même carbonate phénolique, obtenu par action directe de l'oxychlorure de carbone sur la pyrocatéchine, en solution alcaline, bout à 139-141° (13 mm.), et réagit sur les amines primaires et secondaires avec formation d'uréthanes phénoliques de la forme générale :

$$C^3H^7.C^6H^3\begin{cases} O.CO.Az\begin{cases} R \\ R' \end{cases} \\ OH \end{cases}$$

Le dichlorométhènedioxypropylbenzène donne avec le phénol un véritable éther orthocarbonique phénolique, qui bout à 256-258° (17 mm.). — **M. Gab. Bertrand** a étudié l'action de la laccase sur le gayacol. Il se produit

$$C^3H^7.C^6H^3\begin{cases} O \\ O \end{cases}C\begin{cases} OC^6H^5 \\ OC^6H^5 \end{cases},$$

un corps insoluble cristallisé, de couleur rouge pourpre, qui est une tétragayacohydroquinone :



Ce produit caractéristique donne, par réduction par la poudre de zinc en solution acétique, de la tétragayacohydroquinone, dont M. Gab. Bertrand a préparé l'éther diméthylique et l'éther diacétique. La réaction de la tétragayacoquinone a son maximum de sensibilité dans les solutions de gayacol les plus concentrées ; elle permet de décéler 1/250.000 de laccase de l'arbre à laque, soit un peu moins que l'émulsion de résine de gayac ; d'autre part, elle est moins sujette aux causes d'erreur. — M. C. **Matignon** a montré que l'acide vanadique, en solution extrêmement étendue, peut être caractérisé par l'acide pyrogallique combiné avec l'éther contenant des traces d'éthénol $CH^2{:}CHOH$. — MM. **Baubigny** et **Chavanne** décrivent une nouvelle méthode de dosage des éléments halogènes organiques (cas du chlore et du brome) basée sur l'oxydation du composé par le mélange sulfochromique. La méthode est précise, rapide, et permet le dosage séparé de l'iode d'une part, du chlore et du brome d'autre part, dans les composés organiques. — M. **Hanriot** expose les raisons qui l'ont conduit à envisager comme des corps complexes les composés décrits sous le nom d' « argent colloïdal ». Il montre qu'ils n'ont ni la composition ni les propriétés de l'argent. Contrairement à l'opinion de M. Chassevant, il croit qu'il n'existe aucune réaction commune à la molécule physique des colloïdes, et que les réactions des argents colloïdaux doivent leur faire attribuer une fonction acide. — M. **P. Brenans**, en décomposant, au moyen de l'iodure de potassium, le sulfate diazoïque de l'*orthonitraniline diiodée* $AzH^2.C^6H^2I^2.AzO^2$ 1:4:6:2, a obtenu le *nitrobenzène triiodé* $AzO^2.C^6H^2I^3$ 1:3:5:6, isomère nouveau en gros prismes jaunes, F. 124°. La nouvelle base provenant de la réduction de ce nitrotriiodobenzène, l'*aniline triiodée* $AzH^2.C^6H^2I^3$ 1:3:5:6, cristallise en aig. incol. F. 116°. Son *dérivé acétylé* $CH^3.CO.AzH.C^6H^2I^3$ 1:3:5:6 est en aiguilles se volatilisant à partir de 200° et fondant à 227°. Cette aniline triiodée a pu être diazotée et la liqueur aqueuse contenant le diazo a été portée à l'ébullition. M. Brenans a obtenu ainsi un nouveau *phénol triiodé*, l'isomère $OH.C^6H^2I^3$ 1:3:5:6, aiguilles prismatiques, incolores F. 114°. Son *éther éthylique* $C^2H^5O.C^6H^2I^3$ crist. en aiguilles F. 120°. Son *éther acétique* $C^2H^3O^2.C^6H^2I^3$ est en aiguilles F. 123°.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 12 Février 1904.

La Société procède au renouvellement de son Bureau pour l'année 1904. Sont élus :

Président : M. R. T. Glazebrook ;

Vice-Présidents : MM. T. H. Blakesley, C. Chree, J. D. Everett et J. Swinburne ;

Secrétaires : MM. W. Watson et W. R. Cooper ;

Secrétaire étranger : M. S. P. Thompson ;

Trésorier : M. H. L. Callendar ;

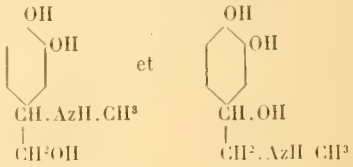
Bibliothécaire : M. W. Watson.

M. R. T. **Glazebrook** prononce un discours sur les progrès de l'Optique géométrique et, en particulier, sur la théorie du microscope.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 4 Février 1904.

M. H. A. D. **Jowett** a analysé de l'*épinéphrine* pure (*adrénaline* de Takamine, *suprarénine* de von Furth) et a confirmé la formule $C^9H^{13}O^3Az$ de Aldrich. Par oxydation avec $KMnO^4$, elle donne de la méthylamine, de l'acide formique et de l'acide oxalique. Par fusion avec KOH, on obtient une petite quantité d'une substance présentant les réactions de l'acide protocatéchique. Enfin, par méthylation avec CH^3I et Na, il se forme de la triméthylamine et de l'acide vératrique. Ces résultats peuvent s'expliquer par les deux formules :



dont la seconde paraît la plus probable. — MM. **A. G.** et **F. M. Perkin**, en oxydant le pyrogallol en solution neutre ou légèrement acide, en présence de Na^2SO^4 et avec une anode tournante de platine iridié et une cathode de plomb, ont obtenu de la purpurogalline. Avec l'acide gallique, il se forme de l'acide purpurogallinecarboxylique. — M. M. **O. Forster** et Mlle **F. M. G. Micklethwait**, en faisant passer un courant de peroxyde d'azote dans une solution chloroformique de 1-nitrocamphène, ont obtenu un nitrosate $C^{10}H^{15}O^6Az^3$, F. 217°. Celui-ci peut être transformé par l'action limitée de KOH ou AzH^3 en un corps $C^{10}H^{15}O^5Az^2$, F. 123° ; l'action plus prolongée des alcalis fournit une huile verte, qui est oxydée par le ferricyanure de K en un composé $C^{10}H^{14}O^5Az^2$, F. 85°-86° ; il donne des dérivés mono et tribromés, F. 157° et F. 78°. — M. **R. E. Doran** a constaté que la tendance du thiocyanate d'acétyle à réagir soit comme tel, soit comme thiocarbimide, dépend presque entièrement de la température, quoique la modification tautomérique soit influencée par la nature de la base avec laquelle ce corps est mis en réaction. — MM. **R. S. Morrell** et **E. K. Hanson** ont résolu l'acide αβ-dihydroxybutyrique en ses composants actifs par le moyen de la quinidine. Le sel gauche est très peu soluble dans l'eau ; on en retire l'acide gauche, $[\alpha]^D = -13°,5$. Faber et Tollens ont obtenu un acide αβ-dihydroxybutyrique, $[\alpha]^D = +13°,7$, qui est probablement l'isomère droit. — M. **A. W. Crossley**, en faisant réagir le brome sur le 3 : 5-dichloro-1 : 1-diméthyl-$\Delta^{2:4}$-dihydrobenzène, a obtenu un dérivé tribromé, F. 118°, qui perd HBr par chauffage en se transformant en 3 : 5-dichloro-4-bromo-*o*-xylène, F. 100°. Le corps primitif donne aussi un dérivé monobromé qui perd HBr en fournissant le 3 : 5-dichloro-*o*-xylène. L'auteur a préparé d'autres dérivés bromés et nitrés de ces xylènes substitués. — MM. **F. E. Francis** et **O. C. M. Davis** ont fait réagir le sulfure d'azote sur divers aldéhydes aromatiques. Le benzaldéhyde donne de la cyaphénine et un peu de lophine. L'aldéhyde *p*-toluique fournit la tritolylcyanidine correspondante. — M. **F. D. Chattaway**, à propos d'un Mémoire récent de Stieglitz et Earle, rappelle ses travaux antérieurs sur les diacylchloro-imides.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE LONDRES

Séance du 4 Janvier 1904.

MM. M. **Chikashige** et H. **Matsumoto** signalent les désavantages du gaz à l'eau non carburé employé comme combustible dans les laboratoires : insuffisance de volume de la flamme ; destruction rapide des bains

d'air et des bains-marie en cuivre par la flamme; destruction des récipients de nickel et de platine; formation d'un dépôt adhérent sur les creusets de porcelaine et les ustensiles de cuivre; caractère toxique du gaz à l'eau. — M. **B. F. Howard** propose une méthode de détermination rapide du mercure dans ses sels, basée sur la précipitation du métal par l'acide hypophosphoreux. On laisse la solution se reposer jusqu'à ce que le mercure se soit rassemblé en un globule que l'on lave, sèche et pèse. Les résultats sont assez exacts. — M. **A. Marshall** décrit une méthode pour déterminer l'humidité dans les explosifs à la nitroglycérine. Elle consiste à chauffer par un courant de vapeur un poids connu d'explosif dans un creuset d'aluminium surmonté d'un cône en verre et à mesurer la perte de poids.

SECTION DE MANCHESTER

Séance du 8 Janvier 1904.

MM. **R. S. Hutton** et **J. E. Petavel** décrivent les méthodes et les appareils qu'ils emploient pour la préparation et la compression des gaz purs : hydrogène, azote, oxyde de carbone, éthylène, etc.

SECTION DE NEWCASTLE

Séance du 18 Janvier 1904.

M. **W. Ramsay** fait une conférence sur le radium et les gaz inactifs de l'atmosphère.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Séance du 22 Janvier 1904.

M. **O. Lummer** rend compte de ses expériences sur la vision à la lumière et dans l'obscurité; il se base dans ses considérations sur la théorie de M. von Kries, d'après laquelle ce sont les *cônes* de la rétine qui constituent notre appareil sensible aux couleurs, alors que les *bâtonnets* sont l'appareil absolument achromatopsique de la vision à l'obscurité. La vision pour les intensités lumineuses considérables serait due aux cônes, tandis que les bâtonnets, n'entrant en fonction que pour les faibles intensités lumineuses, seraient capables d'exalter fortement leur sensibilité dans l'obscurité; avant que les cônes n'aient transmis au cerveau la sensation de lumière colorée, les bâtonnets y produiraient, en effet, l'impression de luminosité incolore. L'anatomie de la rétine fait voir, d'autre part, que la *fosse centrale* de la rétine ainsi qu'une portion de la *macula lutea* ne renferment que des cônes et point de bâtonnets, alors que ces derniers, tout en se trouvant répartis sur tout le reste de la rétine, sont présents dans les régions périphériques en nombre plus grand que les cônes. Le système des cônes et des bâtonnets, se trouvant en relation avec un système tout aussi régulier de cellules ganglionnaires dans l'écorce de la partie postérieure du cerveau, est comparable au clavier d'un piano. L'auteur illustre le concours des deux appareils visuels précités par une série d'expériences fort instructives. Lorsqu'on observe le spectre donné par une lampe à incandescence graduellement échauffée, on a d'abord une sensation de luminosité incolore, qui ensuite cède la place aux impressions de couleurs en même temps que le maximum d'intensité lumineuse se déplace de la région vert bleuâtre vers la portion vert jaunâtre du spectre. L'auteur fait voir également que, dans le cas d'un éclairage faible, le spectre semble être privé de couleurs lorsqu'on l'examine au moyen des portions périphériques de la rétine. Cette expérience, aussi bien que les modifications les plus variées de cette dernière, suggère à l'auteur une nouvelle hypothèse relative à la nature de l'achromatopsie. Les personnes affectées d'achromatopsie totale sont évidemment absolument dépourvues de cônes, alors que l'achromatopsie partielle, bien plus fréquente, et qui, loin d'être une véritable cécité aux couleurs, ne consiste qu'à les faire confondre, serait due au fait que la rétine contient des bâtonnets même aux endroits où les personnes à vision normale ne possèdent que des cônes, à savoir dans la fosse centrale où se fait la vision directe. Les personnes affectées d'achromatopsie partielle reçoivent de la région bleu verdâtre du spectre une impression incolore et caractérisée par une lueur grisâtre; cette zone neutre des achromatopsiques coïncide précisément avec l'endroit de sensibilité maxima des bâtonnets. Toute personne à vision normale observe ce même phénomène en examinant un spectre fortement lumineux, non pas directement, mais au moyen des régions périphériques de l'œil; le milieu du spectre est occupé alors par une bande incolore d'une luminosité blanchâtre, coïncidant avec les régions vert bleuâtre, en même temps que le bout rouge du spectre se raccourcit comme cela s'observe chez les achromatopsiques. On sait qu'un mélange de rouge et de bleu apparaît parfaitement blanc à ces derniers, alors que la couleur mixte normale est le rose. Or, lorsqu'on intercepte, dans le rayonnement sortant d'un prisme et concentré par une lentille, les portions vert-jaunâtre et vert-bleuâtre, le champ mixte apparaît dans la vision directe en un rose splendide, tandis que l'observation périphérique fait voir une lueur blanchâtre et comme fluorescente. — MM. **H. Du Bois** et **H. Rubens** ont étudié, il y a onze ans, la polarisation des rayons infra-rouges non diffractés, traversant d'étroits réseaux de fils, en vue de réaliser des conditions plus simples que dans l'étude des rayons visibles à courte longueur d'onde. En effet, dans la région infra-rouge du spectre, les phénomènes dépendent bien moins des vibrations moléculaires propres de la substance, qui affectent à un si haut point les phénomènes observés dans le spectre visible qu'une confirmation de la théorie électromagnétique se heurterait aux difficultés les plus grandes. Or, dans le présent travail, les expérimentateurs étendent leurs recherches à des longueurs d'onde bien plus grandes, en se servant des rayons dits résiduels (*Reststrahlen*) du spath fluor (longueur d'onde moyenne 22,5 μ) et du sel gemme (longueur d'onde moyenne 51,2 μ), le manchon d'un bec Auer servant de source lumineuse. Après avoir été polarisés, en se réfléchissant sur des plaques de verre ou de quartz sous l'angle de polarisation, les rayons ont été réfléchis sur quatre surfaces de fluorure de calcium ou sur cinq surfaces de sel gemme, après quoi un miroir concave les a concentrés sur une pile thermique. Les résultats de cette expérience font voir que le pouvoir de transmission de ces rayons s'accroît pour des longueurs d'onde croissantes; l'accroissement des rayons non polarisés est tout particulièrement remarquable, étant en accord satisfaisant avec les valeurs théoriques.

Séance du 5 Février 1904.

M. **J. Precht** a étudié le dégagement de chaleur du radium. La quantité de chaleur dégagée par le chlorure de radium a été évaluée à environ 100 calories par heure et par gramme de radium pur par MM. Curie et Laborde; d'autre part, l'auteur, de concert avec M. Runge, a estimé cette même quantité à 105 calories par heure. Or, M. Precht vient de reprendre ses recherches en se servant d'un calorimètre à glace où l'on avait introduit 34,1 milligrammes de bromure de radium renfermé dans un tube de verre scellé. Après que toute différence de chaleur étrangère à l'action du radium eut été éliminée par un repos prolongé de l'appareil, M. Precht a procédé à des mesures, d'après lesquelles le dégagement de chaleur d'un gramme de bromure de radium équivaudrait à 61,15 calories par heure. Or, d'après la formule $Ra\,Br^2$ et le poids atomique du radium déterminé par voie spectroscopique (258), 1 gramme de radium dégagerait 98,83 calories par heure. Il en résulterait que 6 kil. 4 de radium fournissent d'une façon permanente la quantité de chaleur correspondant à la force d'un cheval. L'accord remarquable de toutes les observations jusqu'ici faites rend

probable la supposition que le dégagement de chaleur des sels de radium abandonnés à eux-mêmes constitue une constante physique. — M. **J. Stark** a fait des expériences sur l'ionisation sous l'action des chocs d'ions positifs, en se servant de la méthode que voici : Un réseau de fils de laiton ou une plaque d'aluminium perforée d'un grand nombre de trous d'un diamètre de $0^{mm},4$ fait fonction de cathode de l'effluve; cette cathode étant mise à la terre, une portion des rayons positifs, provenant de l'effluve, passait à travers ses trous dans l'espace postérieur, en ionisant le gaz y contenu; au moyen de deux électrodes, d'une force électromotrice de 4 volts et d'un galvanomètre sensible, on mesure cette ionisation en unités arbitraires par l'intensité du courant. Voici les conclusions que l'auteur déduit de ses mesures : L'énergie cinétique des ions positifs doit être supérieure à une valeur minima donnée pour ioniser par leur choc le gaz voisin de la surface d'un métal. Cette valeur minima, désignée sous le nom de *tension d'ionisation*, équivaut à la chute cathodique normale de l'effluve dans le gaz en question et par rapport au métal en expérience comme cathode. La tension d'ionisation des ions positifs au sein d'un gaz n'est pas inférieure à la chute cathodique normale, soit 340 volts dans le cas de l'air. L'auteur étudie ensuite le cas d'une pointe aiguë se trouvant en regard d'une plaque à une distance considérable, l'une et l'autre situées à l'intérieur d'un vase contenant de l'air d'une raréfaction quelconque. Dans le cas où la pointe est cathode et la plaque anode, on observe sur la partie antérieure seule de la pointe, pour une pression considérable du gaz, un point faiblement lumineux, alors que le reste du parcours entre la pointe et la plaque reste obscur. A mesure que décroît la pression du gaz, la base de la lueur s'élargit et se prolonge. Pour une pression d'environ 20 millimètres, on constate la présence de 3 couches dans la lueur cathodique : l'une, mince et rougeâtre, est immédiatement voisine de la surface cathodique; elle est prolongée par une couche d'un bleu pur et d'une faible intensité et une couche épaisse d'un bleu rougeâtre. D'autre part, la colonne lumineuse positive et, derrière celle-ci, la couche anodique croissent du côté de la cathode à mesure qu'augmente l'intensité du courant. Or, l'auteur observe que l'ordre des couches différemment colorées est, dans le cas où la pointe fait fonction d'anode, inverse de celui d'une pointe cathodique. La chute de tension sur l'anode du courant de pointe positif décroît pour des pressions décroissantes du gaz. Après avoir atteint la valeur de 440 volts dans l'air, elle s'y arrête, indépendamment de la pression du gaz et de l'intensité du courant; c'est cette valeur minima que l'auteur désigne sous le nom de « chute anodique normale de pointe positive »; cette grandeur est indépendante du métal de l'anode. ALFRED GRADENWITZ

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 7 Janvier 1904.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **J. Rheden** a déterminé l'orbite définitive de la comète 1890 III. La trajectoire est parabolique, avec écartement possible plutôt dans le sens de l'hyperbole que de l'ellipse.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. **L. Pfaundler** présente deux photographies colorées, prises d'après la méthode de Lippmann et représentant : l'une, deux spectres superposés, mais de sens inverse; l'autre, deux spectres se croisant à angle droit. Toutes deux montrent un système de bandes sombres, analogues aux bandes d'interférence de Talbot sur fond coloré; l'auteur donne l'explication théorique de ce phénomène. — M. **J. Hann** a étudié les anomalies atmosphériques sur les îles pendant la période 1851-1900 et leurs rapports avec les anomalies atmosphériques simultanées sur le N. O. de l'Europe. Il y a un rapport très net entre les variations de pression aux Açores et à Stykkisholm et les variations de température dans le N. O. et le centre de l'Europe. — M. **V. Drapczynski** : Sur la répartition des éléments météorologiques au voisinage des minima et maxima barométriques à Kew. — M. **Fl. Ratz** étudie la nitromalonamide (provenant de l'action de l'acide nitreux sur l'amide malonique) et ses produits de dédoublement. — MM. **R. Scheuble** et **E. Loebl**, en réduisant par Na en solution d'alcool amylique bouillant les amides des acides subérique, palmitique, stéarique et laurique, ont obtenu l'octométhylèneglycol, les alcools hexadécylique, octodécylique et dodécylique. — MM. **C. Pomeranz** et **F. Sperling** : Sur la lactucone. — MM. **P. Cohn** et **A. Blau**, en faisant réagir la diméthylamine sur le 2-chloro-5-nitrobenzaldéhyde, ont obtenu un dérivé nitré de l'*o*-diméthylamidobenzaldéhyde; l'aldéhyde même se prépare par l'action du sulfate de diméthyle sur l'*o*-amidobenzaldéhyde.

Séance du 14 Janvier 1904.

SCIENCES PHYSIQUES. — M. **J. Billitzer** propose une nouvelle théorie, d'après laquelle la valence des éléments diminuerait avec l'élévation de température. Il en serait, par exemple, ainsi pour le carbone, et l'acétylène, l'éthylène, l'oxyde de carbone seraient des combinaisons saturées à une certaine température. — M. **F. Pastrovitch** : Sur l'auto-dédoublement des graisses animales brutes.

Séance du 27 Janvier 1904.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **G. Burggraf** a déterminé la trajectoire définitive de la comète 1874 II. Elle est parabolique, avec écartement possible dans le sens de l'ellipse.

2° SCIENCES NATURELLES. — M. **V. Grunberg** : L'équation des couleurs à l'aide des trois sensations fondamentales du système de couleurs Young-Helmholtz. — M. **K. Toldt** : L'apophyse angulaire du maxillaire inférieur chez l'homme et les Mammifères et ses rapports avec les muscles de la mastication. — M. **A. Nalepa** : Contribution à la systématique des Eriophyides.

ACADÉMIE ROYALE DES LINCEI

Séances de Décembre 1903 et de Janvier 1904.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **L. Bianchi** s'occupe des recherches de M. Servant sur les relations qui existent entre les surfaces isothermes (à lignes de courbure isothermes) et les surfaces déformables avec conservation des rayons principaux de courbure; il complète ses recherches démontrant qu'il est possible de passer, à l'aide seulement de quadratures, d'une surface isotherme connue à un couple de surfaces applicables de Bonnet, et inversement. Dans une autre Note, M. Bianchi, se reportant à deux passages des œuvres posthumes de Gauss, démontre la proposition générale suivante : Lorsqu'on a fixé une représentation quelconque équivalente de la sphère sur soi-même, il existe des couples infinis de surfaces applicables (dépendant de deux fonctions arbitraires) qui ont pour images sphériques ces deux figures sphériques données. La recherche de ces deux couples dépend de l'intégration d'une équation linéaire aux dérivées partielles du second ordre. — M. **G. Mittag-Leffler** étudie la fonction $E_\alpha(x)$ dans le cas où α est complexe. — M. **N. Nielsen** : Sur la multiplication de deux séries de factorielles. — M. **M. S. Contarini** : Sur le mouvement d'un système holonome de corps rigides. — M. **G. Boccardi**, qui a été chargé de la formation du Catalogue des photographies du ciel exécutées à l'Observatoire de Catane, s'occupe du degré de précision qu'il est possible d'obtenir dans les positions photographiques des étoiles. — M. **P. Pizzetti** considère quelques cas particuliers du problème des trois corps. — M. **N. Tonni-Bazza** publie deux documents relatifs à Nicolo Tartaglia. Le premier de ces documents est une pétition au Doge et à la Seigneurie de Venise pour obtenir le privilège d'imprimer l'ouvrage : *Quesiti et inventioni diverse*, dans lequel il donne, le premier, la solution des équations du troi-

sième degré, solution que Cardan lui avait volée. L'autre document consiste dans l'inventaire des livres et des pauvres hardes que le grand mathématicien possédait en 1557 au moment de sa mort.

2° Sciences physiques. — M. G. **Guglielmo**, après avoir rappelé les inconvénients que présente l'hygromètre chimique dans la détermination du degré d'humidité de l'air, décrit deux appareils imaginés par lui qui permettent d'éliminer ces inconvénients et sont d'une application facile et rapide. M. Guglielmo décrit encore quelques modifications qu'il propose pour le voluménomètre et ajoute la description d'un voluménomètre à poids. — M. G. **Martinelli** a étudié les phénomènes d'électrisation présentés par les corps diélectriques amorphes soumis à une compression instantanée, ou à une pression croissant graduellement. Les corps étudiés par M. Martinelli sont : le caoutchouc, le verre, le soufre, la paraffine, la gomme-laque. Avec les deux compressions, on ne trouve pas de grandes différences ; les deux faces des corps comprimés manifestent un état électrique opposé. Avec la gomme-laque, la dépression donne lieu à une inversion de l'électrisation ; pour la paraffine, on voit s'accroître la charge avec l'extension de la face comprimée ; et l'intensité du phénomène s'accroît de même lorsque augmente la force de compression. — M. E. **Oddone** rappelle qu'un ébranlement périodique de l'air, produit d'une manière quelconque, donne lieu à une série de vibrations plus rapides, harmoniques par égard aux vibrations primitives ; c'est la loi que l'on vérifie à l'aide des résonateurs de Helmholtz. M. Oddone a trouvé que le phénomène des harmoniques se produit non seulement dans les fluides, dans les cordes et dans les plaques vibrantes, mais aussi dans l'ébranlement d'un solide, comme on peut l'observer en étudiant la transmission des ondes du sol dans les tremblements de terre, à l'aide des seïsmogrammes. — M. A. **Pochettino** a fait des recherches sur la variation du champ magnétique horizontal terrestre avec la hauteur au-dessus du niveau de la mer, dans deux stations placées sur le groupe du Rocciamelone dans les Alpes graies. Ces recherches ont démontré que la composante horizontale diminue avec la hauteur ; des mesures de M. Pochettino résulte que le gradient de cette diminution a une valeur très voisine de 0,0004. — M. C. **Chistoni** transmet les tables de mesures phyrhéliométriques qu'il a exécutées à Sessola et à Monte-Cimone, pendant l'été de 1900. — MM. E. **Paternò** et M. **Cingolani** donnent la description d'un nouveau procédé de stérilisation de l'eau avec le tachiol (fluorure d'argent). — MM. G. **Ciamician** et P. **Silber** décrivent les résultats obtenus en poursuivant leurs recherches sur les altérations produites par la lumière dans les composés non saturés. — MM. G. **Plancher** et S. **Albini** s'occupent de la synthèse des corps furaniques par la chloroacétoaldéhyde. — M. L. **Vanzetti** annonce que, au cours de nombreuses recherches qu'il a entreprises avec M. Kœrner sur les produits de séparation de l'olivile extrait de la gomme d'olivier, on s'est trouvé en présence d'un acide qui se forme avec l'acide vératrique et oxalique lorsqu'on oxyde dans une solution alcaline le diméthylolivile ; M. Vanzetti donne des détails sur la préparation de cet acide vératroylformique et sur ses propriétés. — M. I. **Bellucci** étudie l'acide platinique (hexa-oxy-platinique).

3° Sciences naturelles. — M. F. **Zambonini** présente une étude de quelques cristaux d'épidote provenant des roches du col Bettolina, qui se trouve sur la chaîne de séparation entre la vallée d'Aryas et celle de Gressoney. M. Zambonini décrit, en outre, quelques remarquables cristaux de « célestite » de Boratella en Romague. — M. D. **Lovisato** transmet à l'Académie une description de la greenockite qu'il a trouvée en Sardaigne, dans les mines de Montevecchio ; c'est un sulfure de cadmium, espèce minérale très rare dans la nature, que l'on rencontre pour la première fois en Italie. — M. A. **Mosso** rappelle que, dans l'axphyxie causée par l'aspiration d'un gaz inerte, ou par l'hémorragie, ou simplement par la fermeture de la trachée, après une période d'excitation dans laquelle les animaux font des mouvements respiratoires profonds, on observe un arrêt de la respiration qui peut durer une minute ou deux, et même plus chez le chien ; enfin se produisent des mouvements respiratoires qui vont en s'affaiblissant. M. Mosso commence l'étude de cet arrêt, qu'il attribue à la paralysie des cellules qui se trouvent dans la moelle allongée, d'où partent les impulsions motrices pour les muscles de la respiration. — M. G. **Galeotti** a fait des expériences comparatives sur l'alcalinité du sang de plusieurs animaux pendant leur séjour dans la cabane *Regina Margherita* au sommet du Mont-Rose et à Turin. On a reconnu de cette manière que, chez les animaux portés sur le Mont-Rose, se manifeste une diminution de l'alcalinité du sang, qui va de 36 à 44 °/₀ ; on peut croire que cette diminution est due à une plus grande production d'acide lactique qui a lieu, en effet, lorsque l'organisme ne dispose d'oxygène qu'en quantité insuffisante. — MM. B. **Grassi** et L. **Munaron** ont poursuivi leurs recherches sur la cause du goitre et du crétinisme endémiques, qui confirment les résultats annoncés dans une Note précédente, c'est-à-dire que le goitre et le crétinisme seraient dus à des poisons élaborés par des microbes vivants dans un milieu humide hors de l'organisme humain. — M. A. **Lustig** a reconnu, par de nombreuses expériences faites sur les poules que l'on habituait à l'action toxique de l'abrine, que l'immunité acquise ne se transmet pas par hérédité.

Ernesto Mancini.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 30 Janvier 1904.

1° Sciences mathématiques. — M. W. **Kapteyn** : *L'équation différentielle de Monge.* Etude des conditions dans lesquelles l'équation $Hr + 2Ks + Lt = 0$, où H, K, L ne dépendent que des coefficients différentiels p et q de z par rapport à x et y, possède deux intégrales intermédiaires, considérées déjà sous une autre forme par M. J. Vályi. — M. J. **de Vries** : *Sur des systèmes de coniques en rapport avec les involutions de groupes de points situés sur des courbes rationnelles.* Les coniques déterminées par cinq points quelconques d'un groupe quelconque d'une involution I^s, $s > 5$, sur une courbe rationnelle C^n d'ordre n, forment un système dont les caractéristiques μ et ν ont les valeurs $2(n-2)(s-1)_4$ et $4(n-2)(s-1)_4$. Extension de ces considérations aux cas $s < 5$ en faisant passer toutes les coniques par $5 - s$ points fixes. — Ensuite M. **de Vries** présente : *Les involutions fondamentales sur des quintiques rationnelles.* La quintique C^5 admet dix involutions quadratiques fondamentales, incises par des faisceaux de coniques dont les quatre points de base sont des points doubles de C^5, et autant d'involutions cubiques fondamentales dont les groupes sont les triples de points, collinéaires avec les couples des involutions quadratiques. — M. P. H. **Schoute** : *Les nombres Plückériens d'une courbe en E^n.* Simplification de la notation des formules données par G. Veronese qui permet de réduire les $3(n-1)$ relations entre les $3n$ quantités caractéristiques d'une courbe située dans un espace à n dimensions sans se trouver dans un espace à $n-1$ dimensions à la forme :

$$\left.\begin{array}{l} 2p_k = s_k(s_k-1) - s_{k+1} - 3s_{k-1} \\ 2t_k = s_{k+1}(s_{k+1}-1) - s_k - 3s_{k+2} \\ \quad s_{k+2} - s_{k-1} = 3(s_{k+1} - s_k) \end{array}\right\} (k = 1, 2, \ldots, n-1).$$

Les nombres de rang $s_0, s_1, \ldots, s_{n+1}$ dont s_1 et s_n représentent l'ordre et la classe, s_{n+1} et s_0 le nombre des points et des espaces E^{n-1} stationnaires, forment les premiers termes d'une série récurrente, etc. — Ensuite M. Schoute présente deux Mémoires de M. W. A. **Versluys** : 1° *Les singularités d'une courbe plane générale touchant σ fois la droite à l'infini et passant ε fois par chacun des points cycliques* ; 2° *Sur la position des trois points d'une courbe gauche situés dans un de ses*

plans osculateurs. La surface développable S^n d'une courbe gauche est coupée par le plan osculateur au point P suivant la tangente p en P et une courbe C^{n-1}; l'auteur démontre à plusieurs reprises que la courbe C^{n-1} ne contient que deux des trois points qui déterminent le point osculateur en P. — M. J. Cardinaal présente au nom de M. **H. de Vries** : « Application de la cyclographie à la théorie des courbes planes ». Sont nommés rapporteurs MM. Cardinaal et J. de Vries. — M. **J. C. Kapteyn** présente : « Skew frequency curves in biology and statistics » (Courbes asymétriques de fréquence dans la Biologie et la Statistique).

2° Sciences physiques. — M. J. D. van der Waals présente au nom de M. **C. H. Brinkman** : *La détermination de la pression à l'aide d'un manomètre fermé à air.* L'auteur s'est servi des déterminations connues d'isothermes par Amagat (Mémoires sur l'élasticité et la dilatabilité des fluides jusqu'aux très hautes pressions, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 1893), contenant dans les tableaux 5 et 10 quatre isothermes de l'air pour des pressions variant de 100 à 3.000 atmosphères. Pour des pressions inférieures à 100 atmosphères, l'auteur a extrapolé à l'aide de l'équation d'état :

$$p = \frac{(1+a)(1-b_1)(1+\alpha t)}{v-b} - \frac{a}{v_2},$$

où la fonction b du volume est donnée par l'expression :

$$b_g \left\{ 1 - \alpha \frac{b_g}{v} + \beta \frac{b_g^2}{v^2} - \gamma \frac{b_g^3}{v^3} + \cdots \right\}.$$

Des onze termes de correction correspondant au cas de molécules sphériques, l'auteur n'a considéré que trois. En comparant ses résultats avec ceux observés par Amagat à 15°,7, il a cherché les valeurs des cinq quantités a, b_g, α, β, γ s'adaptant le mieux possible aux expériences entre 100 et 3.000 atmosphères. Toutefois, pour éviter les calculs laborieux des cinq équations normales à vingt coefficients que comporte la méthode des moindres carrés, il détermine d'abord les valeurs les plus probables de a et b_g correspondant aux valeurs $\alpha = 0{,}375$ (Boltzmann et der Waals fils), $\beta = 0{,}958$ (van Laar et Boltzmann) et $\gamma = 0{,}01$ (hypothèse tout à fait arbitraire), ce qui donne $a = 2.410$, $b_g = 1.906$. Ensuite il déduit pour $a = 2.410$ les valeurs $b_g = 1.863$, $a = 0{,}3616$, $b = 0{,}1330$, $\gamma = 0{,}05176$, s'adaptant parfaitement aux valeurs observées pour des volumes 3.209, 2.060, 1.643 et 1.466. Enfin, à l'aide de ces valeurs nouvelles de α, β, γ, il applique les deux équations normales à dix expériences entre 100 et 1.000 atmosphères, ce qui donne les valeurs $a = 2.358{,}6$ et $b_g = 1.852{,}0$. Ses résultats définitifs font connaître une extrapolation assez exacte au-dessous de 100 atmosphères. — Ensuite M. van der Waals présente au nom de M. **H. J. E. G. du Bois** : *Phénomènes d'orientation hystérétiques.* Dans une communication précédente (*Revue génér. des Sc.*, t. XIII, p. 112 et 218), relative à un essaim de toupies égales et indépendantes, l'auteur arrivait à la conclusion suivante : « Même si le montant de l'énergie, au lieu d'être égal pour toutes les toupies, suit la loi de distribution de Maxwell, les résultats n'en sont pas affectés, comme le démontre une approximation graphique, aussi pour le cas diabatique. En somme, une influence d'orientation apolaire est un phénomène mécaniquement tout aussi possible et vraisemblable que l'orientation parapolaire supposée seule possible il y a quelque temps ». Il a donc laissé de côté la discussion de la stabilité du mouvement, l'application des conditions générales donnant lieu à des calculs laborieux. Plus tard, il a comblé cette lacune dans un cas particulier qui lui a fait connaître un troisième groupe de phénomènes d'orientation qu'il distingue comme phénomènes hystérétiques. Il s'agit d'un essaim d'un grand nombre de toupies, dont chacune est polarisée équatorialement suivant un axe principal d'inertie et dont les axes de rotation stables ont la même direction; elles se trouvent sous l'influence d'un champ uniforme de même direction dont l'intensité ne change pas brusquement. — M. **H. W. Bakhuis Roozeboom** présente en son nom et au nom de M. **A. H. W. Aten** : *Les lignes de solidification du système soufre-chlore.* Autrefois, M. Roozeboom s'est occupé des lignes d'ébullition du même système (*Revue génér. des Sc.*, t. XIV, p. 838). Ici il s'agit de l'équilibre entre les substances S^2Cl^2, SCl^2, SCl^4 et Cl^2 dans les fluides. Cet équilibre ne varie que très insensiblement pendant le refroidissement jusqu'à 0° et plus du tout à des températures où des substances solides se précipitent. Cela donne lieu à des phénomènes caractéristiques accompagnant la solidification, non encore observés chez d'autres systèmes, mais dont l'explication semble bien possible à l'aide de la doctrine des phases. En laissant de côté la composition intérieure du fluide et ne s'occupant que de sa composition brute en Cl^2 et en S^2Cl^2, — ce qui est nécessaire parce qu'on ignore la quantité de SCl^4 à côté de Cl^2 et S^2Cl^2, — on trouve une représentation dans le plan (fig. 1), où l'on s'est servi des composantes $3Cl^2$ et S^2Cl^2, pour que le milieu des axes des abscisses corresponde à la composition SCl^4. Là EH et HA sont les

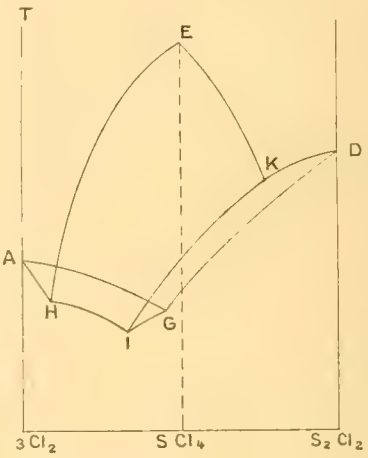


Fig. 1. — *Lignes de solidification du système soufre-chlore.*

lignes de solidification des mélanges binaires SCl^4 et Cl^2, EK et KD celles de SCl^4 et S^2Cl^2, AG et DG celles de Cl^2 et S^2Cl^2. Les mélanges ternaires correspondant aux points situés à l'intérieur de HAG font précipiter d'abord le chlore, ceux à l'intérieur de KDG le S^2Cl^2, ceux à l'intérieur de HEKI le SCl^4, etc. — Ensuite M. Roozeboom présente au nom de M. **J. J. van Laar** : *La forme des lignes de fusion de mélanges ternaires, quand la chaleur de mélange dans les deux phases est sensiblement nulle.* Troisième communication (Voir *Revue génér. des Sc.*, t. XIV, p. 923, et t. XV, p. 51). Ici l'auteur s'occupe exclusivement du cas idéal $\alpha = o$, $\alpha' = o$, où la chaleur de mélange des deux phases disparaît absolument. — M. H. Kamerlingh Onnes présente au nom de M. **L. H. Siertsema** : *Examen d'une source d'erreurs dans la mesure de rotations magnétiques du plan de polarisation en des solutions absorbantes.* L'auteur démontre qu'une source d'erreurs indiquée par Bates (*Annales de Physique*, série 4, t. XII, p. 1091) n'a pas eu une influence sensible sur les mesures publiées par lui (*Archives néerlandaises*, série 2, t. V, p. 447.)

3° Sciences naturelles. — M. **C. A. J. A. Oudemans** : *Exosporina Laricis Oud.* Description d'un « fungus » inconnu, vivant sur le larix (*Larix decidua*) et exerçant une influence extrêmement pernicieuse sur cet arbre.

P. H. Schoute.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

15e ANNÉE N° 6 30 MARS 1904

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Octave Callandreau. — Le 13 février 1904 est mort subitement, en pleine maturité d'esprit, à l'âge de cinquante et un ans, l'un des savants qui ont cultivé, avec le plus de talent, les recherches astronomiques en France, depuis une trentaine d'années. Vivant loin du bruit, se partageant entre ses devoirs d'intérieur, les obligations inhérentes à ses fonctions, ses amis et la science, Callandreau a été l'un de ces hommes foncièrement droits et bons dont les vertus et le caractère honorent la famille et la société à laquelle ils appartiennent. Toujours disposé à mettre son savoir au service de chacun et à donner un conseil désintéressé, au courant de toutes les questions à l'ordre du jour, il était en relations suivies avec la plupart des astronomes contemporains, et sa brusque disparition a été profondément ressentie en France comme à l'Etranger.

Callandreau (Pierre-Jean-Octave) naquit le 18 septembre 1852 à Angoulême. Cadet d'une nombreuse famille, il était fils et petit-fils de magistrats. Ses premières études, commencées au Lycée d'Angoulême, s'achevèrent à la maison paternelle, avec un répétiteur qui découvrit et développa en lui le goût des sciences. Elève brillant du cours de Mathématiques spéciales à Sainte-Barbe, Callandreau entra dans les premiers à l'Ecole Polytechnique en 1872 et en sortit, deux ans après, le 24e de sa promotion, manquant d'un rang la carrière qu'il ambitionnait. Rentré provisoirement dans sa famille et désigné pour servir dans l'artillerie, il se disposait à rejoindre ses camarades à l'Ecole de Fontainebleau, lorsque Le Verrier, sentant la nécessité de recruter un personnel jeune et intelligent pour assurer l'avenir des recherches astronomiques en France, alla le chercher au fond de sa province et lui proposa d'entrer à l'Observatoire en qualité d'aide astronome. Entrevoyant la possibilité de satisfaire ses goûts pour la science et de donner un libre essor à ses aptitudes, il accepta, sans hésiter, la situation qui se présentait, se soumit docilement au joug de fer qui pesait alors sur notre grand établissement astronomique, contractant des habitudes de travail méthodique dont il aimait à rappeler l'origine, consacrant ses loisirs à l'étude et préparant l'avenir.

Les leçons de Mécanique céleste de Victor Puiseux, dont il suivit le cours à la Sorbonne, exercèrent une influence décisive sur sa tournure d'esprit. L'enseignement si clair de ce maître éminent lui fit découvrir la voie dans laquelle il devait diriger ses efforts. Dès ce moment, le jeune astronome orienta définitivement ses pensées vers les spéculations de l'Astronomie mathématique.

Reçu docteur ès-sciences en 1880, nommé astronome-adjoint à l'Observatoire l'année suivante, il prit part en 1882 à une Expédition pour l'observation du passage de Vénus sur le Soleil. Au retour de son voyage, il fit la connaissance de Tisserand, dont il devint l'ami et le collaborateur dans la rédaction du *Bulletin Astronomique*. En 1892, l'Académie des Sciences, après avoir plusieurs fois récompensé ses travaux, lui ouvrit ses portes, pour remplacer l'amiral Mouchez dans la Section d'Astronomie. Quelques mois plus tard, il succédait à Faye, comme professeur d'Astronomie à l'Ecole Polytechnique, à laquelle il était attaché depuis plusieurs années à titre de répétiteur. Enfin, sa nomination d'astronome titulaire en 1897 couronnait sa carrière à l'Observatoire de Paris.

Les étapes rapides de sa situation officielle sont justifiées par une série ininterrompue de travaux d'Analyse et de Mécanique céleste qui honorent grandement la science de notre pays.

L'activité scientifique de Callandreau s'est manifestée surtout dans les *Comptes Rendus*, le *Bulletin Astronomique*, les *Annales de l'Observatoire*, le *Journal de l'Ecole Polytechnique* et dans plusieurs périodiques étrangers. Presque au sortir de l'Ecole Polytechnique, il se signalait déjà par une heureuse tentative relative à l'emploi des fractions continues algébriques, pour le calcul de certains coefficients introduits par Laplace dans le développement de la fonction perturbatrice, inaugurant la suite des recherches analytiques qu'il n'a cessé de poursuivre, pour améliorer sur différents points la théorie des perturbations planétaires. Dans cet ordre d'idées, on lui doit notamment des travaux des plus intéressants, au point de vue des applications astronomiques, sur la valeur asymptotique de certaines expressions dépendant d'un nombre élevé et sur des séries jouissant de propriétés analogues à celle de Stirling,

qui se prête, malgré sa divergence, mieux que tout autre développement, au calcul numérique de la fonction Eulérienne de seconde espèce.

Grand admirateur de Laplace, Callandreau consultait sans cesse la *Mécanique Céleste*, fermement convaincu que cette œuvre magistrale contient le germe des solutions de la plupart des grands problèmes de l'Astronomie mathématique. C'est en s'inspirant des idées de ce grand géomètre et en les développant qu'il édifia son beau travail sur les perturbations d'une petite planète par Jupiter, dans le cas où les moyens mouvements des deux corps sont sensiblement commensurables, problème du plus haut intérêt, auquel se rattache l'explication des lacunes qui existent dans l'anneau des astéroïdes compris entre Mars et Jupiter. Travailleur infatigable, toutes les théories lui étaient familières. Il comprit, l'un des premiers, les avantages des méthodes de Gylden et les adapta au calcul des perturbations de la planète Héra par les corps les plus importants du système solaire. Ayant contracté de bonne heure, à l'Ecole Polytechnique, cette faculté d'assimilation que développe un enseignement varié, il embrassait plusieurs sujets à la fois et se reposait de ce travail en jetant des fondations sur lesquelles il voulait édifier dans l'avenir, laissant au temps le soin d'en éprouver la solidité. Il conçut, dès cette époque, le plan de ses recherches destinées à faciliter le calcul des variations séculaires des éléments des orbites, recherches qui furent achevées définitivement quelques années seulement avant sa mort.

L'équation célèbre de Lindstedt, qui joue un rôle important dans l'étude du mouvement de la Lune et dont il devait fournir une solution si élégante, devenait également, à ce moment, l'objet de ses préoccupations scientifiques.

La théorie de la figure des corps célestes, qui est intimement liée à la solution du problème difficile de l'équilibre d'une masse fluide animée d'un mouvement de rotation, lui doit d'importantes contributions. Les travaux de Clairaut, applicables aux planètes douées d'un faible aplatissement, donnent, dans le cas de Saturne, des indications peu précises. Callandreau, après avoir obtenu par des moyens entièrement rigoureux le développement en série du potentiel des sphéroïdes, entreprit de rechercher analytiquement les dépendances qui existent entre certaines données numériques, fournies par les observations astronomiques, pour l'astre si mystérieux du système solaire. L'une des conséquences de son beau travail est d'assigner à la densité superficielle de Saturne des limites telles que l'on se trouve dans l'obligation de classer les matériaux visibles à la surface de cette planète en dehors de la liste des corps solides ou liquides. Rapprochée du fait, aujourd'hui bien démontré par l'expérience et le calcul, que le système des anneaux de Saturne est formé par des nuées de corpuscules, cette conclusion apporte une confirmation inattendue à l'opinion de Laplace, qui voyait dans ces anneaux des preuves toujours subsistantes de l'extension primitive de la substance de la planète.

Là ne se bornent pas les recherches de Callandreau dans cette branche de la Mécanique céleste qui établit le lien nécessaire entre la loi de la gravitation et la forme des disques planétaires. Son nom se trouve mêlé à ceux de Roche, Tisserand, Radau, Maurice Lévy, Poincaré dans le mouvement scientifique auquel donna lieu la théorie de Clairaut, il y a une vingtaine d'années, lorsque l'on chercha, en variant les hypothèses sur la loi des densités à l'intérieur du globe, à faire cadrer les indications du calcul avec les données numériques fournies par le phénomène de la précession des équinoxes et par la Géodésie.

Mais le problème astronomique à l'étude duquel Callandreau s'est consacré peut-être avec le plus de plaisir se rapporte à la théorie de la capture des comètes par Jupiter, question qu'il fit notablement progresser après les Laplace, les Le Verrier, les Tisserand. Il ne se passionna pas moins pour éclairer le sujet si obscur encore de la désagrégation des essaims météoriques, et pour montrer les liaisons qui existent entre les comètes et les courants d'étoiles filantes. S'il étudia au point de vue analytique ces questions ardues, avec le soin, la puissance et la fécondité qui caractérisent ses écrits, il ne négligeait pas le côté purement expérimental des phénomènes; il est juste de rappeler que c'est grâce à l'impulsion qu'il donna durant ses années de présidence à la Société Astronomique de France, que s'organisa, dans notre pays, l'observation systématique des étoiles filantes, dont les lois d'apparition ne sont pas encore suffisamment connues.

Quand on réfléchit à la part importante que prenait Callandreau à la rédaction du *Bulletin Astronomique*, au total immense des observations qu'il effectua en participant aux services réguliers de l'Observatoire, au soin qu'il apportait à la préparation et à la rédaction de son cours à l'Ecole Polytechnique, aux nombreux Mémoires qu'il a publiés sur les sujets les plus élevés, à toute l'étendue de son œuvre scientifique enfin, on demeure frappé de l'activité d'esprit du grand astronome qui vient de s'éteindre. Mais, si le savant peut être proposé comme modèle aux jeunes gens qui entrent dans la carrière astronomique, l'homme digne qu'il fut toute sa vie a droit, avant tout, au respect et à l'admiration générale, car la noblesse de son caractère et l'élévation de ses sentiments dépassaient encore la hauteur de son savoir. Son désintéressement était, du reste, au niveau de sa modestie, et les honneurs sont venus à lui de France et de l'Etranger sans qu'il ait jamais songé à les solliciter. Callandreau a vécu avec l'idée dominante de se rapprocher de la perfection morale. Ceux qui l'ont connu peuvent certifier qu'il a atteint son idéal.

§ 2. — Physique

Variations de la vitesse de refroidissement des corps chauffés et électrisés sous l'influence du radium. — En étudiant par l'expérience l'influence du radium sur la vitesse de refroidissement d'un corps placé dans un milieu gazeux, M. N. Georgievski[1] arrive aux conclusions suivantes :

1° La vitesse de refroidissement d'un corps chauffé dans les différents milieux gazeux ne subit pas de variations notables sous l'influence du radium;

2° La vitesse de refroidissement d'un corps chauffé au sein d'un gaz (hydrogène, gaz d'éclairage, air atmosphérique, acide carbonique) et soumis à l'action du radium augmente dans le cas où le corps chauffé est porteur d'une charge électrique. Dans ce cas, on observe une augmentation, non pas seulement sous l'influence simultanée des rayons α, β et γ, mais encore sous celle des seuls rayons β et γ;

3° Cette augmentation de la vitesse de refroidissement d'un corps chauffé est plus grande quand la charge de ce dernier est négative;

4° Les relations qui existent entre l'augmentation de la conductivité calorifique et le potentiel d'un corps chargé et chauffé peuvent se représenter par des courbes pareilles à celles au moyen desquelles M. Townsend a exprimé les relations entre $\alpha : p$ et $X : p$ pour ces mêmes gaz.

§ 3. — Electricité industrielle

Le rendement de la lampe Nernst. — Dans une récente étude sur le rendement de la lampe Nernst, M. L. R. Ingersoll[2] s'est servi de la méthode d'Angström, consistant à provoquer la dispersion de la lumière et à intercepter les portions non lumineuses du spectre. La portion lumineuse est recomposée en lumière blanche

[1] Voir *Journ. de la Soc. physico-chimique russe*, t. XXXV, n° 6, 1903.

[2] *Electrical Engineer*, t. XXXII, n° 26, 1903.

par une lentille cylindrique et comparée photométriquement à la radiation totale d'une autre source parfaitement analogue. L'énergie de ces deux radiations est ensuite comparée de nouveau en remplaçant l'écran photométrique par une pile thermique ou un bolomètre et en observant les déviations galvanométriques pour chacune de ces deux lumières. Cette méthode se prête particulièrement aux essais des lampes Nernst parce que la grande luminosité du filament permet d'employer une fente étroite sans trop sacrifier de l'intensité. Afin de comparer l'énergie des deux radiations, l'auteur remplace l'écran photométrique par une pile thermique de Rubens, combinée à un petit galvanomètre de Thompson. Il ressort du tableau que donne l'auteur que les filaments, d'une façon générale, sont loin d'être uniformes. Les filaments nouveaux présentent un rendement de 4,61 °/₀ en moyenne, rendement qui, après être rapidement tombé jusqu'à 4,3 °/₀ pendant les vingt premières heures, ne varie ensuite que lentement. Les essais de filaments d'un âge de quarante heures et supérieur ont donné des rendements de 4,17 °/₀, alors que quelques filaments très âgés présentent la valeur de 3,40 °/₀.

Les filaments ayant brûlé plus de vingt heures présentent, chose remarquable, un aspect cristallin marqué; il semble que la décroissance de rendement observée soit due à l'accroissement de la surface radiante et à l'abaissement de température dont s'accompagne la production de cette structure cristalline. Les chiffres précités se rapportent à des filaments à 110 volts fournis par la Nernst Lamp C°, à Pittsburg, et consommant normalement 89 watts. Pour chaque watt au-dessus de 89, et dans des limites étroites, le rendement s'accroît de 0,06 °/₀, et inversement pour les watts au-dessous de 89. Le rendement de 4,17 °/₀ correspondrait, d'après la courbe des énergies de M. Wien, à une température absolue de 1.360° C. Cette valeur est en accord parfait avec les évaluations indépendantes de la température des filaments Nernst, faites par d'autres méthodes. Dans cette hypothèse, il conviendrait de considérer la lampe de Nernst comme un corps parfaitement « noir ».

Le télégraphe imprimeur rapide de Siemens et Halske. — A une récente séance de l'*Association des Electriciens*, à Berlin, M. Wilhelm von Siemens a donné une intéressante conférence sur le télégraphe imprimeur rapide que la Compagnie Siemens et Halske vient de construire après en avoir fait une étude spéciale pendant quelques années. Cet appareil appartient à la famille des télégraphes dits automatiques (système Pollak-Virag), où le télégramme est préparé par un dispositif analogue à une machine à écrire, perçant, pour chaque lettre à télégraphier, un trou spécial ou des trous dans un ruban de papier continu. Ce dernier, étant entraîné à travers le transmetteur télégraphique tournant, lance automatiquement dans le circuit des impulsions de courant correspondantes. Comme l'appareil Siemens permet de télégraphier 2.000 lettres par minute sur la même ligne, tandis que chaque employé, même avec les meilleurs dispositifs, ne peut pas transmettre plus de 200 à 300 lettres dans le même temps, il sera possible de transmettre sur la même ligne les télégrammes expédiés par un certain nombre d'employés. Dans l'appareil Siemens, 2 trous par lettre sont percés dans le ruban de papier et la lettre elle-même est imprimée en caractères ordinaires immédiatement au-dessus, de façon que le ruban perforé contienne le télégramme sous une forme distinctement lisible. De plus, le public lui-même pourra se charger de perforer les rubans, et délivrera au bureau télégraphique les rubans tout préparés. Dans l'appareil récepteur, le ruban arrive à la même vitesse et est prêt à être collé sur les formulaires télégraphiques.

Afin de réaliser cette impression de 2.000 lettres par minute sans appareil mécanique délicat, on a eu recours à l'étincelle électrique. Un disque, où les différentes lettres sont coupées comme dans un patron, tourne à une vitesse de 2.000 tours par minute entre un micromètre à étincelles et un ruban continu de papier photographique. Aussitôt qu'une étincelle passe dans le micromètre, une silhouette de la lettre qui se trouve en face de ce dernier est projetée sur le ruban de papier. Faisons remarquer que l'étincelle doit être produite avec une précision d'un 40.000e de seconde, afin que la lettre voulue apparaisse à l'endroit voulu. Le ruban de papier va passer ensuite au dessous d'éponges imprégnées de liquide développeur et fixateur; le processus photographique ne demande que neuf secondes et le ruban sort de l'appareil tout imprimé.

Pour produire le passage de l'étincelle avec une telle précision à un moment donné exactement, et d'accord avec les impulsions de courant transmises à partir de l'appareil transmetteur, on a utilisé heureusement la propriété que possèdent les condensateurs électriques de se charger et décharger dans des intervalles de temps très brefs. Le mécanisme de l'appareil a, par conséquent, été simplifié à tel point que le récepteur, abstraction faite du dispositif photographique, consiste simplement en un arbre mû par un électromoteur et où, en dehors du disque à type précité, ne sont montés que des balais glissant sur des disques de contact. De plus, il y a 5 relais d'une construction spéciale et dont les languettes suivent les impulsions rapides sans la moindre difficulté et à une vitesse suffisante. Un dispositif ingénieux spécial réalise le synchronisme parfait des deux appareils transmetteur et récepteur, ce dernier exécutant dans des temps donnés un nombre de tours toujours égal à celui du transmetteur.

Les expériences, pour lesquelles l'Administration des Postes impériales avait prêté quelques-unes de ses lignes, ont mis en évidence l'utilité de cet appareil pour les transmissions rapides à grande distance. MM. Franke, Thomas et Ehrhardt ont contribué par leur collaboration à la construction de cet appareil.

§ 4. — Agronomie

Influence du milieu sur la composition de la betterave à sucre. — M. Willey, chef du Bureau chimique au Département de l'Agriculture, à Washington, a récemment fait connaître le fruit de ses nombreuses enquêtes et expériences sur les conditions de productivité de la betterave à sucre.

Il résulte de ce travail que les principaux agents d'influence (extérieure) sur la richesse en sucre de cette racine sont : la latitude, l'altitude, la température moyenne et la moyenne des pluies.

Au point de vue de la latitude, le rendement croît du Sud au Nord et atteint un maximum entre 60° et 75°. La température moyenne joue aussi un rôle très important, et la richesse sucrière de la plante diminue rapidement quand la température monte; c'est aussi par la température qu'influe l'altitude, et la variation se produit dans le même sens. Enfin, pour les betteraves uniquement soumises à l'action de la pluie, c'est moins la moyenne annuelle que la moyenne mensuelle de ces pluies qui fait varier la quantité de sucre produit.

Il importe pour la meilleure croissance que la moyenne des mois de mai, juin, juillet et août soit de 8 à 10 millimètres, tandis qu'elle doit être inférieure pour les mois de septembre et d'octobre; il est évident que le rendement pourra être sensiblement amélioré pour les exploitations qui disposeront d'irrigations ou d'arrosages artificiels; on pourra ainsi régler la quantité d'eau nécessaire; mais, en tous cas, la conséquence très nette de ces études est que la nature du sol n'influe pas sensiblement sur la composition chimique de la betterave, à l'encontre des conditions géographiques et atmosphériques que nous venons de citer.

Le Rat destructeur des récoltes. — Au cours de la discussion du budget de l'Agriculture devant le

Parlement, le Ministre avait été sollicité par des représentants de régions agricoles de faire rechercher par son administration les moyens les plus énergiques pour amener la destruction de rongeurs nuisibles, et principalement des Rats. Ces animaux, d'après les députés de la Charente notamment, auraient causé de tels ravages que les récoltes auraient été en partie compromises.

A la suite des Rapports des inspecteurs de l'Agriculture, le Ministre vient de s'entendre avec M. le Dr Roux, sous-directeur de l'Institut Pasteur, pour expérimenter dans la Charente un procédé contre la destruction des Rats, ces animaux venant de détruire les blés et les seigles semés par les agriculteurs de la région. La Mission chargée de cette expérience sera composée de trois des collaborateurs du Dr Roux, ayant à leur tête le Dr Danysz, et fonctionnera sous le contrôle de M. de Lapparent, inspecteur général de l'Agriculture. Si les résultats obtenus sont satisfaisants, le procédé pourra être appliqué dans d'autres régions dévastées par les rats.

§ 5. — Physiologie

Sur la trypsinogénèse. — Le tissu pancréatique sain, *in situ*, ne contient pas de trypsine active sur les substances protéiques, mais un générateur de trypsine, un trypsinogène capable de se transformer en trypsine active sous l'influence de divers agents chimiques.

Le suc pancréatique normal, recueilli par cathétérisme du canal pancréatique, ne possède lui-même aucune activité tryptique, mais peut en acquérir une énergique sous l'influence des mêmes agents chimiques.

On sait, depuis les études de l'Ecole de Pawlow, de Delezenne, de Popielski, etc., que le suc intestinal ou la macération aqueuse de muqueuse intestinale possèdent au plus haut degré cette propriété trypsinogénique.

On admet, depuis les expériences déjà anciennes de Heidenhain, que cette même transformation se produit sous l'influence des acides dilués et notamment de l'acide chlorhydrique à 2 ou 3 °/₀₀. Ces notions aujourd'hui classiques conduiraient donc à admettre que le suc pancréatique, inactif au moment de sa pénétration dans l'intestin, y est activé : d'une part, par l'action des acides du contenu gastrique qui arrive du pylore, et, d'autre part, par le suc sécrété par les glandes de la paroi intestinale.

Un élève du Professeur H. J. Hamburger, M. E. Hekma, a entrepris récemment, au Laboratoire de Physiologie de l'Université de Groningue, des recherches sur la part qu'il convient d'attribuer dans l'organisme à chacun de ces deux processus[1], et il est arrivé au résultat assez inattendu que la trypsinogénèse par action des acides n'est pas une réalité.

En se reportant aux Mémoires de Heidenhain, — ce que ne font pas souvent les auteurs, — M. Hekma a constaté que cet éminent physiologiste fait seulement la remarque suivante : il a trouvé que les extraits glycérinés de pancréas ont une plus grande activité quand on ajoute de l'acide acétique à cette substance avant d'y mêler la glycérine. Il y a loin de cette simple constatation à l'affirmation tranchante des auteurs classiques, qui sont devenus de plus en plus affirmatifs à mesure qu'ils s'empruntaient les uns aux autres ce renseignement.

M. Hekma, examinant avec soin cette réaction de l'acide acétique sur le pancréas en milieu glycériné, établit, à n'en pas douter, que son action trypsinogénique est illusoire. La glycérine exerce une action empêchante sur la transformation spontanée du trypsinogène en trypsine dans le tissu pancréatique extrait de l'organisme ; l'acide acétique diminue cette action empêchante. Et, en effet, si l'addition d'acide acétique aux extraits glycérinés en augmente l'activité protéolytique, l'addition de cet acide aux extraits aqueux ne produit point le même effet.

Par conséquent, chez l'animal normal, c'est par le suc intestinal, et par lui seul, que le suc pancréatique est activé. L'agent physiologique de la trypsinogénèse est l'entérokinase du suc intestinal.

[1]. *Journ. de Physiol. et Pathol. gén.*, t. VI, n° 1, p. 25.

§ 6. — Sciences médicales

Une nouvelle application thérapeutique de la ponction lombaire. — M. Babinski, professeur agrégé à la Faculté de Médecine et médecin de l'Hôpital de la Pitié, vient d'appliquer, avec succès, la ponction lombaire au traitement de certaines affections de l'oreille[1]. Déjà il avait établi que le vertige voltaïque, c'est-à-dire le vertige produit artificiellement par le passage d'un courant voltaïque, subit une perturbation chez les sujets atteints d'affections auriculaires et qu'il est dû, par conséquent, à une excitation de l'oreille interne ; depuis, il a constaté que le vertige expérimental est modifié par la ponction lombaire ; il a donc été amené à déduire, de ces faits, cette conclusion que la ponction lombaire agit sur l'oreille interne. Cette opération est absolument inoffensive et, d'après les observations de l'auteur, elle agit surtout sur le vertige ; les bourdonnements et la surdité sont bien moins influencés par ce traitement. Mais, sur 32 malades atteints de vertige auriculaire rebelle et très nettement caractérisé, 11 seulement ont été ponctionnés sans succès ; chez les 21 autres, le résultat a été tout à fait remarquable.

Coloration vitale des tissus pour augmenter la pénétration et favoriser l'action curative des rayons chimiques. — M. Robert Odier (de Genève), ayant constaté que les tissus organiques opposent, au passage des rayons chimiques du spectre, une résistance assez considérable et que cette résistance est due à la matière rouge du sang, lequel absorbe les rayons comme une simple solution colorée, a cru pouvoir en conclure que, si le sang, au lieu d'être rouge, était bleu, la lumière aurait, sur notre organisme, une action autrement puissante et qu'il n'y aurait pas une seule partie du corps humain qui pût se soustraire à son influence[1]. Or, s'il n'est pas possible de changer la couleur du sang, on peut du moins augmenter la transparence des tissus aux rayons chimiques en utilisant la propriété qu'ont certaines couleurs (bleu de méthylène, thionine, violet de gentiane) de se fixer, pendant un laps de temps plus ou moins long, sur les cellules vivantes ou certaines de leurs parties. L'auteur a donc injecté des solutions de ces diverses substances à des lapins, des chats ou des chiens, et il a vu qu'on peut impressionner en une minute, à 20 centimètres de distance, avec une lampe à arc, un papier au gélatino-bromure, enfermé dans un sac de collodion et placé, après trépanation, sous la voûte cranienne d'un chat préparé de la sorte. Chez un lapin, en dirigeant le cône lumineux sur l'un des côtés de l'abdomen, on impressionne, en trente secondes, une plaque sensible placée contre la paroi opposée. Enfin, l'injection locale d'une solution de thionine à 1 °/₀, dans la paroi abdominale d'un chien, permet, en faisant agir, sur cette peau colorée, les rayons concentrés d'une lampe à arc, d'impressionner, en vingt secondes, une plaque photographique préalablement introduite dans la cavité péritonéale, au-dessous de la partie injectée.

Ces résultats, qu'il conviendrait de discuter, sont très intéressants : peut-être la photothérapie et la radiothérapie trouveront-elles, dans la coloration des tissus malades, un auxiliaire puissant, s'il est vrai que les rayons actifs atteignent, par ce moyen, même dans la profondeur, les parties de l'organisme qui sont le siège du processus inflammatoire.

[1] *Semaine médicale*, 27 janvier 1904.

§ 7. — Géographie et Colonisation

La Mission Lenfant. — Le capitaine Lenfant vient, on le sait, de démontrer qu'une communication interfluviale existe réellement, et, pour la plus grande part, navigable, entre la Bénoué, affluent du Niger, et le Logone, qui se jette dans le Chari; ce sont le Mayo-Kabi, affluent de la Bénoué, et les marais du Toubouri qui forment cette jonction. Le problème avait, au point de vue géographique et scientifique, un intérêt de premier ordre, et sa solution peut amener d'importantes conséquences économiques pour nos possessions du Chari et du Tchad.

Cette communication avait été entrevue par Barth, en 1852; le Dr Carl Vogel, qui visita les bords du Toubouri en 1854, émit à son tour la même hypothèse. Le major Claude Macdonald essaya, en 1891, de la vérifier, suivit le Mayo-Kabi, mais, ne trouvant pas suffisamment d'eau, il affirma qu'il était impossible de communiquer par voie fluviale de la côte au lac Tchad.

Mizon, à la même époque, considérait le Mayo-Kabi comme un déversoir des lacs Léré et Toubouri. Ce ne fut, cependant, que dix ans plus tard que la reconnaissance opérée par le capitaine Lofler, de la Sanga au Chari et à la Bénoué, ramena l'attention sur cette question. Il résultait des observations faites par cet officier et des renseignements donnés par les indigènes qu'entre le Logone et la Bénoué, la dépression du Toubouri-Kabi est, à la saison sèche, remplie de tout un chapelet de mares et de lacs et qu'à la saison des pluies, toutes ces eaux se confondent pour ne plus former qu'une seule nappe, sur laquelle les pirogues circulent et qui met en contact les deux grandes rivières. Mais le capitaine Lofler n'avait longé que pendant la saison sèche la dépression qui s'étend du Logone au Mayo-Kabi, et encore s'en était-il éloigné, entre M' Bourao et Bifara, pour passer plus au Nord, par Binder.

Il importait donc, pour résoudre entièrement le problème, d'étudier la dépression aux hautes eaux et sur toute son étendue. C'est là ce qui faisait l'objet de la Mission du capitaine Lenfant.

Le 27 août 1903, la Mission quitta Garoua, terminus de la navigation à vapeur sur la Bénoué et, bientôt après, remonta le Mayo-Kabi. Ce cours d'eau coule dans une plaine bordée de hauteurs uniformes, dont l'altitude est de 110 à 115 mètres. Cet aspect continue jusqu'au village de Lata, à 80 kilomètres de Léré. Une vingtaine de kilomètres séparent Lata de la dépression du Toubouri; mais ces vingt kilomètres furent la partie la plus pénible du voyage, la Mission ayant rencontré là des obstacles inattendus.

Le Toubouri se trouve, en effet, à 110 mètres au-dessus du Kabi. La rivière, en sortant du Toubouri, s'engage dans des gorges encombrées de blocs énormes, puis on arrive entre deux murs à pic de 140 à 150 mètres, inclinés vers l'intérieur. Le courant empêchant d'avancer, le capitaine Lenfant descendit à terre et alla reconnaître l'obstacle. Après six heures d'ascensions très pénibles sur des roches à pic, il parvint au faîte du mur. Il vit alors, en amont, une cascade de 6 à 8 mètres de chute sur 50 mètres de longueur, puis, plus bas, une chute de 8 à 10 mètres qui se déverse dans une cuvette de laquelle le fleuve saute en une cataracte de 60 mètres au fond du gouffre. Au pied de l'obstacle, des hippopotames apparaissaient gros comme des moutons. Le pied de la chute est à 260 mètres d'altitude et Bourao à 370.

Si, de Forcados à la chute de Lata, la voie fluviale de pénétration est merveilleuse, il existe bien là un obstacle infranchissable. De Lata à Gourounsi, il ne peut être question de navigation; il faut une journée de portage, soit 25 kilomètres. La Mission dut démonter son chaland, le *Benoit-Garnier*, pour le transporter au-dessus de la cataracte.

Les dispositions hostiles des habitants de la contrée, qui n'avaient jamais vu de blancs, firent perdre beaucoup de temps à la Mission, qui eut la plus grande peine à se procurer des vivres et des porteurs.

Le capitaine Lenfant, ayant été relever la situation de Binder, au nord du Toubouri, fit une constatation intéressante. Il découvrit que cette localité, qui est le centre d'un beau pays peuplé de 20 à 25.000 habitants, Peuhls pour la plupart, est en pays français, bien que les Allemands y aient planté leur drapeau et y perçoivent l'impôt. Binder est situé, en effet, par 9°56'42" de latitude nord et c'est le 10e parallèle qui a été fixé comme limite entre les possessions françaises et allemandes.

Les chutes de Lata se trouvent, on le remarquera, entre Bifara et M' Bourao, c'est-à-dire dans la partie de la voie fluviale que le capitaine Lofler n'avait pas longée; aussi, rien n'avait-il fait encore soupçonner l'existence de cet obstacle.

A partir de Gourounsi commence le Toubouri, et là aussi reprit la navigation de la Mission. Le bateau fut remonté et mis à flot au village de M' Bourao. Le Toubouri est un marais large et profond, long de 100 kilomètres et dont les rives ont à peine 5 mètres de hauteur. Il présente une série de mares et de plaines herbeuses qui, aux mains des Peuhls, constitueraient des rizières splendides.

Le lac, que l'on rencontre ensuite en approchant vers le Logone, est plutôt une plaine marécageuse, avec des trous de 5 à 6 mètres de profondeur.

Entre le lac et le Logone, il y a 20 kilomètres de distance. On dirait, sur ce parcours, un vrai parc avec des bosquets et des pelouses; les chaumières qu'on y voit sont habitées par des gens tout à fait sauvages. L'eau du fleuve s'écoule par des canaux latéraux et une rivière mal tracée, obstruée d'herbes et reliant des étangs. Au passage de la Mission, la crue était à sa fin; elle avait dû être de 1m,38. Elle est à son maximum du 15 août au 1er octobre. Durant cette période, des vapeurs calant trois pieds d'eau y circuleraient à l'aise; du 20 juillet au 25 octobre, la navigation y est possible pour des chalands calant deux pieds.

La ligne d'eau bifurque, au Logone, en trois bras dont deux excellents, très voisins et profonds. En avant de ces bras, il y a, dans le Logone, un banc de sable de 4 kilomètres de longueur, et la quantité d'eau qui entre est limitée par ce banc.

Pour trouver cette communication, c'est par le Toubouri qu'il faut passer, car la rive gauche du Logone a, sur 60 kilomètres, un aspect uniforme. Les bancs de sable masquent les abords de la rive et l'on pourrait, pendant des mois, passer devant les herbes, pareilles à toutes les autres, par où le *Benoit-Garnier* a débouché, sans se douter que c'est là le passage qui conduit à la Bénoué.

Le 2 novembre, la Mission arriva à Fort-Lamy, au confluent du Logone et du Chari.

Les constatations faites par le capitaine Lenfant peuvent donc avoir une grande portée pratique. De Garoua à Lata, on peut compter six jours avec des bateaux calant trois pieds et longs de 30 mètres, de Lata à Gourounsi un jour de portage, de Gourounsi au Tchad neuf à dix jours de chaland. On peut, par cette voie, aller en soixante-dix jours de Bordeaux au Tchad au lieu de cinq mois qu'on met par le Congo. Le prix de transport de la tonne pourrait, d'après le capitaine Lenfant, se trouver réduit ainsi de 2.000 francs à 500 francs. **Gustave Regelsperger.**

Une carte de l'Afrique Occidentale française. — M. Roume, Gouverneur général de l'Afrique Occidentale française, vient de prendre un arrêté aux termes duquel le Service géographique de l'Inspection des travaux publics du Gouvernement général devra procéder à l'établissement d'une carte d'ensemble au $\frac{1}{500.000}$ de l'Afrique Occidentale française. Les différentes feuilles de cette carte seront exécutées suivant

les ressources annuelles et en tenant compte des besoins les plus pressants.

Les travaux à exécuter pour 1903 et pendant les premiers mois de l'année 1904 s'appliqueront à la feuille de Dakar.

§ 8. — Enseignement

Le Bureau municipal de renseignements scientifiques de l'Université de Paris. — Ce Bureau, qui vient d'être officiellement inauguré par la Commission mixte du Conseil de l'Université de Paris et du Conseil municipal, est ouvert au public depuis la rentrée d'octobre 1903. Il est destiné à fournir *immédiatement* aux étudiants français ou étrangers voulant s'initier aux ressources scientifiques et littéraires que présente la capitale, les renseignements de toute nature dont ils ont besoin dans leurs études. A peine créé depuis quelques mois, il a déjà reçu et renseigné plus de 600 étudiants étrangers. N'est-ce pas la meilleure preuve que ce nouvel organe de l'enseignement parisien répondait à un réel besoin ?

L'initiative de cette création revient à M. le Dr Blondel, directeur actuel du Bureau. Mais c'est grâce au bienveillant concours de M. Liard, vice-recteur de l'Académie de Paris, et grâce aussi à M. Dausset, président de la 4e Commission du Conseil municipal de Paris, qui a su obtenir l'appui financier de la Ville, que M. Blondel a pu réaliser son idée.

M. Blondel, qui est secrétaire général de l'Association internationale de la Presse médicale, était bien placé pour concevoir l'utilité de ce Bureau. Voyageant à l'extérieur de la France et cherchant à savoir pourquoi certains étrangers venaient en si petit nombre étudier chez nous, il obtint souvent cette réponse : « C'est que nous sommes un peu perdus lorsque nous venons à Paris. Vous avez tant de Facultés, d'Ecoles, de cours divers, que nous ne savons plus où nous adresser, pour connaître dans quel établissement nous trouverons l'enseignement spécial que nous cherchons et dont nous avons besoin ». Cette objection était juste. Aussi bien, elle fit naître en l'esprit de M. Blondel l'idée d'un bureau qui centraliserait tous les renseignements universitaires et dont le personnel, *parlant plusieurs langues*, indiquerait aux étrangers, gratis et sans retard, le cours à suivre, l'établissement à visiter, le savant à consulter, etc. « Paris, dit M. Blondel dans la circulaire qu'il adressa récemment au monde savant, qui attire tant de visiteurs dans l'ordre scientifique, se doit à lui-même de leur faciliter leur travail, de les retenir, en mettant à leur disposition le plus grand nombre de documents possible, tout en leur évitant des pertes de temps décourageantes ». La création d'un tel bureau, dit-il encore, doit aider grandement à la mise en valeur des richesses de toutes sortes que Paris peut offrir à la curiosité ou à l'instruction de ses visiteurs, jusqu'ici un peu troublés devant la multiplicité des affiches et la difficulté de se procurer un renseignement pratique et immédiat.

Bref, le Bureau de renseignements scientifiques est organisé depuis la rentrée dernière ; il est situé à la Sorbonne, dans la galerie des Sciences, et il est ouvert de 10 heures à midi, et de 1 heure et demie à 4 heures. Le personnel se compose de M. Blondel, directeur, et d'un secrétaire ; l'un et l'autre peuvent répondre en quatre langues aux personnes qui se présentent.

Voici maintenant quel est le mode de fonctionnement de ce service, qui, d'ailleurs, a été longuement décrit par M. Dausset dans son intéressant Rapport.

Les renseignements consignés au Bureau sont portés sur des fiches classées dans des meubles spéciaux et mises, quand il y a lieu, à la disposition des visiteurs. On y donne aussi des renseignements verbaux et par correspondance. Dans la bibliothèque se trouvent des annuaires de tout ordre, et sur les tables, les programmes des examens et des concours, les plans d'études, les programmes des Facultés et des Ecoles, etc.

Les fiches sont rangées en trois catégories correspondant aux trois ordres de renseignements qui peuvent être demandés : *Etablissements d'enseignement ou d'études ; objets d'études ; fiches nominatives.*

La première catégorie renferme le programme des cours des Facultés, du Collège de France, du Muséum, des grandes Ecoles, de l'Institut Pasteur, des Ecoles professionnelles, du Musée social, etc. Dans cette catégorie figurent aussi les sociétés savantes, les musées, les hôpitaux, etc.

La seconde catégorie, la plus importante, détaille les objets d'études et les groupe par catégories, dont les principales sont : *Sciences médicales, Sciences juridiques, Philosophie, Religions, Géographie et Histoire, Lettres, Beaux-Arts, Sciences économiques, Sciences sociales, Sciences physiques, Sciences chimiques, Sciences naturelles, Sciences mathématiques, Sciences appliquées.* Dans chaque catégorie, et pour chaque objet d'études, on trouve, sur autant de fiches séparées, l'indication des cours, des laboratoires, des musées, des sociétés savantes, des périodiques, particuliers à chaque spécialité. La fiche porte le sujet du cours, les heures, le local, les conditions d'admission, etc. On comprend facilement l'importance, pour quiconque arrive à Paris, de trouver groupés tous les moyens d'études dont il peut disposer, surtout si l'on songe que les mêmes matières sont parfois étudiées dans vingt établissements différents, sous des aspects divers. L'Agronomie, par exemple, ne comporte pas moins de 38 cours, s'étendant depuis la Chimie agricole jusqu'aux Cultures coloniales et à la Législation agricole. Tous ces renseignements ont été extraits des annuaires, des affiches et des publications. Actuellement, le nombre des fiches écrites dépasse 5.000, et il augmente chaque jour de 30 à 40 unités, ce qui montre combien est grande la richesse de Paris en moyens d'études.

La troisième catégorie de fiches renferme les noms de toutes les personnes dirigeant un enseignement, de quelque ordre que ce soit, public ou privé. Chaque fiche donne l'adresse du professeur, les jours et heures d'audience, et même son numéro de téléphone. De telle sorte que, par le téléphone qui est dans la salle, et qui est à la disposition des visiteurs, l'étranger peut être mis immédiatement en communication avec le professeur ou le savant qu'il veut consulter.

Sur la table centrale, un registre, grand ouvert, indique chaque jour les conférences d'ordre scientifique qui se font à Paris, et dont le nombre atteint de 20 à 40 par jour.

Une dernière catégorie de renseignements est en préparation : dans un dossier particulier pour chaque pays, l'étranger trouvera tout ce qui l'intéresse, depuis l'ambassade, le consulat, la chambre de commerce, les sociétés de bienfaisance ou d'études, jusqu'aux adresses des savants de chaque nationalité fixés à Paris.

Enfin, M. Blondel espère pouvoir mettre prochainement à la disposition des visiteurs des cartes d'entrée ou permis de visite pour études, que l'étranger ne se procure pas toujours facilement.

Voilà ce qu'est le Bureau des Renseignements scientifiques de la Sorbonne. C'est une institution qui n'existe dans aucune autre capitale. Paris est donc actuellement la seule ville où l'étudiant étranger peut, le jour même de son arrivée, se tracer un plan d'études complet et conforme à ses goûts. Aussi, depuis le mois d'octobre, et bien qu'il fût dans la période d'installation et de tâtonnements, ce Bureau a-t-il reçu de nombreux visiteurs.

Telle est cette nouvelle création universitaire, qui est appelée à rendre de grands services aux étudiants étrangers et, par suite, à notre pays. **E. Caustier.**

L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR DES SCIENCES[1]

I. — Aperçu sur l'évolution de l'enseignement supérieur scientifique.

Pour se rendre compte de ce qu'est actuellement l'Enseignement supérieur scientifique en France, de ce qu'il peut et doit être dans l'avenir, il importe d'étudier rapidement son évolution pendant le siècle passé.

Au début de la période révolutionnaire, on n'aperçoit guère que deux établissements d'Enseignement supérieur : le Collège de France et le Muséum d'Histoire Naturelle. Mais, vers 1794, apparaissent, à peu près en même temps, deux Ecoles, l'Ecole Polytechnique et l'Ecole Normale Supérieure, qui, sorties de la même pensée, ont eu des destinées parallèles, souvent entremêlées, et qui, suivant la belle expression d'Hermite, sont deux branches d'une même famille étroitement unies par le sentiment absolu de la justice et du devoir.

La nécessité de former des élèves aptes à recevoir l'Enseignement des Ecoles d'Ingénieurs civils et militaires (Ponts et Chaussées, Mines, Génie maritime, Génie militaire, Artillerie) suggéra l'idée d'une Ecole préparatoire à tous les corps d'ingénieurs. A la fin de 1794, fut rendue une loi créant une Ecole Centrale des Travaux publics, à laquelle devaient être admis des jeunes gens de 16 à 20 ans justifiant de connaissances sur les éléments de l'Arithmétique, de l'Algèbre et de la Géométrie; les examinateurs étaient chargés de juger les qualités intellectuelles et l'instruction des candidats; les élèves étaient externes et recevaient une indemnité. L'année suivante, la Convention modifia certains détails d'organisation et changea le nom d'Ecole Centrale des Travaux publics en celui d'Ecole Polytechnique; l'Ecole fut placée sous l'autorité du Ministre de l'Intérieur, et le nombre des élèves à admettre varia de 250 à 300 suivant les années. C'est seulement en 1804, à l'établissement de l'Empire, que l'Ecole fut militarisée et rattachée au Ministère de la Guerre, dont elle n'a cessé de dépendre jusqu'à ce jour. L'organisation de l'Ecole a peu varié, dans ses principes, depuis 1804; c'est une sorte de Faculté des Sciences fermée, recrutée au concours, donnant un Enseignement général préparatoire à diverses Ecoles techniques, civiles et militaires; ses élèves concourent incessamment entre eux, en vue du classement de sortie qui permet, aux mieux classés, le choix de l'Ecole technique où ils poursuivront leur carrière sans qu'aucune nouvelle concurrence puisse les menacer. Le nombre des élèves a varié, suivant les époques, du minimum de 66 sous la Restauration au maximum de 265, après la guerre de 1870-1871. Depuis quelques années, de nombreux exercices d'ordre militaire ont été imposés aux élèves.

Après avoir pourvu à la préparation scientifique des Ingénieurs, la Convention fut amenée également à assurer le recrutement d'un corps enseignant, par la création d'une Ecole Normale de Paris, destinée à former des instituteurs et des professeurs « sous la direction des hommes les plus éminents en tous genres de sciences et de talents ».

L'idée première, telle qu'elle est exposée dans le Rapport de Lakanal, semble avoir été de former des maîtres primaires au contact des premiers esprits du pays ; mais bientôt, on fut amené, en pratique, à considérer l'Ecole Normale comme une Ecole d'enseignement supérieur pour la République. Telle fut l'Ecole Normale de l'an III, contemporaine de la première Ecole Polytechnique, licenciée après une courte existence.

Le décret impérial de 1808, organisant l'Université Impériale, reprit la tradition de la Convention et fonda l'Ecole Normale avec sa forme et ses principes actuels, dans ce qu'ils ont d'essentiel. Dès cette époque, il fut décidé que les élèves ne recevraient pas, à l'Ecole, d'enseignement didactique; ils devaient suivre au dehors, au Collège de, France, au Muséum, à l'Ecole Polytechnique, les cours qui leur étaient nécessaires suivant qu'ils se destinaient à l'enseignement des lettres ou des sciences; des répétiteurs interrogeaient les élèves en leur faisant revoir les cours, les exerçaient aux problèmes, aux expériences de Physique et de Chimie, et les formaient à l'art d'enseigner. Peu après, les Facultés furent instituées, et c'est désormais là que les élèves de l'Ecole Normale allèrent chercher l'Enseignement général. Les élèves, dit le règlement, prennent leurs inscriptions sous trois professeurs de la Faculté des Sciences. Cette organisation s'est maintenue. L'Ecole Normale (Section des Sciences) reçoit, par concours, des boursiers qui, en première et deuxième année, suivent les cours de la Faculté des Sciences, et reçoivent, en troisième année, une préparation technique à la carrière du professorat; ces élèves n'ont à l'Ecole que des conférences et des manipulations, et ne possèdent vis-à-vis de leurs concurrents du dehors aux postes de profes-

[1] Cette étude fait partie d'une série de conférences sur l'*Education de la Démocratie*, données à l'École des Hautes Études Sociales, 16, rue de la Sorbonne, sous la présidence de M. Croiset, Doyen de la Faculté des Lettres.

seurs, aux grades et aux titres universitaires, d'autres avantages que ceux qui résultent de la vie en commun d'un petit nombre de jeunes gens, avec l'intimité des maîtres, dans la paix des laboratoires et des bibliothèques.

Les Facultés, créées par la loi de 1806, vinrent compléter, en 1808, l'organisation de l'Enseignement supérieur scientifique en France; d'après cette loi, il devait être établi près de chaque lycée, chef-lieu d'une Académie, une Faculté des Sciences dont faisaient partie, avec le premier professeur de Mathématiques du lycée, trois autres professeurs : un de Mathématiques, un d'Histoire naturelle, et le troisième de Physique et Chimie. A Paris, la Faculté des Sciences était formée de la réunion de deux professeurs du Collège de France, de deux du Muséum, de deux de l'Ecole Polytechnique et de deux professeurs de Mathématiques des lycées. En outre, le cours d'Astronomie du Collège de France et le cours d'Anatomie et Physiologie comparées du Muséum furent déclarés cours de Faculté, tant pour l'enseignement que pour les inscriptions. Tous les établissements scientifiques de Paris venaient ainsi coopérer à l'enseignement de la Faculté des Sciences.

Je passe sous silence le détail des modifications qui dégagèrent peu à peu les Facultés de toute relation directe avec les lycées et qui, à Paris, les rendirent indépendantes des autres établissements d'Enseignement supérieur. Mais je considère comme indispensable de faire remarquer que, l'Ecole Polytechnique ne suffisant pas à donner un enseignement général à tous les jeunes gens qui désiraient suivre la carrière d'ingénieur, et les Facultés s'étant au début désintéressées de ce genre d'enseignement, d'autres Ecoles préparatoires aux Ecoles techniques prirent naissance; les Ecoles des Mines et des Ponts et Chaussées instituèrent une année préparatoire d'Enseignement général; l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures fut créée, avec un examen d'entrée analogue à celui de l'Ecole Polytechnique, mais plus élémentaire, une première année d'Enseignement scientifique, et deux années d'Enseignement technique.

Nous arrivons ainsi à la fin du second Empire, avec un Enseignement supérieur des Sciences dispersé dans les Facultés des Sciences, les Facultés de Médecine, les Ecoles de Pharmacie, et à Paris, dans le Collège de France, le Muséum, l'Ecole Polytechnique et les Ecoles préparatoires aux Ecoles techniques. Les diverses Facultés, pauvrement installées, étaient indépendantes les unes des autres, tenues par l'Etat dans une étroite tutelle. Soumises à un régime uniforme de cours et de programmes, les Facultés des Sciences faisaient des bacheliers, donnaient des cours publics de vulgarisation scientifique, et avaient quelques véritables élèves de licence en vue du professorat. Les Facultés de Médecine et les Ecoles de Pharmacie donnaient, outre leur enseignement professionnel, un enseignement préparatoire de Sciences générales, Physique, Chimie, Sciences naturelles; mais ces cours, regardés comme accessoires, étaient, dans les Facultés de Médecine, principalement suivis en vue des examens, avec la hâte d'arriver le plus vite possible à l'enseignement professionnel. Quelques chercheurs travaillaient dans des laboratoires mal outillés, et réussissaient, à force de volonté et d'ingéniosité, à maintenir le rang de la Science française dans le monde.

La nécessité de donner à l'Enseignement supérieur et aux recherches scientifiques une impulsion nouvelle fut vivement ressentie par Duruy, qui ouvrit de nouveaux laboratoires et créa l'Ecole des Hautes Etudes. Dans un remarquable Rapport de 1868, Duruy indiquait les vices du système en fonction, et proposait des remèdes. Il voulait faire servir les immenses ressources du Muséum à la création d'une Ecole Supérieure d'Agronomie; il signalait le délaissement des Facultés et recherchait les moyens de les utiliser pour l'éducation scientifique des jeunes gens : « Pour cela, disait-il, il n'est pas nécessaire d'interdire nos Facultés aux auditeurs bénévoles qui viennent y chercher le seul aliment intellectuel qu'ils puissent trouver en certaines villes; mais il faut que cet enseignement, qui s'adresse au grand public, devienne l'accessoire au lieu d'être le principal, qu'aux leçons oratoires se joignent les leçons didactiques, l'Enseignement supérieur étant fait pour mettre l'étudiant au courant des méthodes et pour lui apprendre la science que les méthodes ont créée ». Le Rapport se termine par des doléances, qui n'étaient que trop justifiées, sur la misère des bâtiments et du matériel de l'Enseignement supérieur scientifique en France.

Après la guerre de 1870-71, un grand effort fut fait pour l'éducation scientifique de la démocratie. Un Rapport ministériel de 1878 reconnaît la nécessité de soutenir et d'encourager les hommes illustres qui font école, de donner à la Science qui a, pour ainsi parler, ses appétits changeants, et déplace incessamment ses exigences et ses méthodes, tous les outils qui lui sont nécessaires. Il indique la création de bourses d'études et de voyages, la dotation des bibliothèques : il insiste particulièrement sur la multiplication du nombre des préparateurs, la création des cours annexes et des maîtrises de conférences. Par là se trouvaient établis les intermédiaires nécessaires entre les maîtres et les élèves : par là était assurée une évolution encore inachevée, consistant à placer à côté

des cours didactiques, des interrogations, des explications familières, un contact direct avec l'expérimentation.

Le mouvement ainsi commencé aboutit enfin à la création des Universités, couronnement des efforts des hommes qui, depuis 1871, avaient occupé les fonctions de ministres de l'Instruction publique et de directeurs de l'Enseignement supérieur : Waddington, Ferry, Paul Bert, Goblet, Bourgeois, du Mesnil, Dumont, Liard... Pour susciter et augmenter l'activité scientifique, pour coordonner les efforts éparpillés, on donna aux Facultés une certaine autonomie matérielle et morale, en leur accordant la personnalité civile et en les groupant sous le nom d'Universités. Le Gouvernement de la République, malgré les charges énormes résultant de la défaite, continua les sacrifices nécessaires pour la reconstruction des bâtiments, l'aménagement des laboratoires, l'augmentation du nombre des chaires et des maîtrises de conférences; partout il fut secondé par les Conseils municipaux, tant pour les dépenses matérielles que pour les créations d'enseignements. On sait, en particulier, quelle a été la libéralité de la Ville de Paris, quelle part elle a eue dans la construction de la Sorbonne, et comment elle a pris entièrement à sa charge la création d'une chaire d'Évolution des êtres organisés. M. Liard, qui dirigeait alors l'Enseignement Supérieur, caractérisait de la façon la plus heureuse le rôle des Facultés : « Il fallait que la Science, avec tout ce qu'elle implique d'esprit de vérité et de liberté d'esprit, de foi dans les idées et de soumission aux faits, d'idéalisme dans les convictions et de réalisme dans les méthodes, fût, chez elles, non plus l'accident, mais l'essentiel ». Et ailleurs : « Introduire dans les examens et dans l'enseignement qui y conduit plus de science que par le passé, appareiller la fonction professorale des Facultés à leur fonction scientifique ».

Une heureuse conséquence de la réunion des Facultés en Universités fut l'organisation du P.C.N. Les cours préparatoires qui se donnaient autrefois dans les Facultés de Médecine sur les sciences physiques, chimiques et naturelles furent transportés dans les Facultés des Sciences, où ils forment ce qu'on appelle par abréviation le P.C.N. Le passage par cet enseignement est obligatoire pour l'inscription dans une Faculté de Médecine. Cette réforme fournit à la carrière médicale une base scientifique indispensable; par l'organisation de manipulations nombreuses et surveillées de près, elle donne aux futurs étudiants en médecine l'habitude de l'observation personnelle et le goût des recherches scientifiques.

Nous allons maintenant nous occuper de l'organisation actuelle de l'Enseignement supérieur des Sciences, des perfectionnements qu'il conviendrait d'y apporter, en insistant sur les relations de l'Enseignement scientifique avec les Ecoles techniques et l'Industrie.

II. Enseignement général scientifique.

L'enseignement supérieur des Sciences est donné actuellement, comme objet principal ou comme enseignement préparatoire, dans un grand nombre d'établissements qui comprennent : en première ligne les Facultés des Sciences, puis l'Ecole Polytechnique, le Collège de France, le Muséum, les années préparatoires aux Ecoles techniques (Mines, Ponts et Chaussées, Ecole Centrale), certains cours des Ecoles de Pharmacie, de l'Institut Agronomique, des Ecoles d'Agriculture.

Nous nous occuperons d'abord des Facultés des Sciences.

Les travaux des Facultés des Sciences peuvent se ramener à trois types, qui se présentent avec de nombreux intermédiaires : l'enseignement général, l'enseignement scientifique en vue des applications, les travaux de recherches.

§ 1. — Enseignement général des Facultés.

Les Facultés donnent un enseignement général portant sur les connaissances regardées actuellement comme classiques dans les diverses branches des Sciences. Cet enseignement correspond, à peu près, au programme des trois anciennes licences : Sciences mathématiques (Analyse, Mécanique, Astronomie), Sciences physiques (Physique générale, Chimie générale, Minéralogie), Sciences naturelles (Zoologie, Physiologie, Botanique, Géologie). Pour les Sciences physiques, chimiques et naturelles, il y a, en quelque sorte, deux sections : une section plus élémentaire constitue le P.C.N., une section plus élevée les cours de licence. Pour les Mathématiques, la création de cours de Mathématiques générales dans la plupart des Facultés indique également une tendance à établir une section plus élémentaire ou section préparatoire.

Dans cet enseignement général, on cherche à donner aux étudiants les éléments essentiels des Sciences, à développer en eux l'esprit scientifique en leur faisant connaître et appliquer les méthodes de recherches.

A côté des cours didactiques sont organisées des conférences et des manipulations dans lesquelles les élèves sont en rapport direct avec des maîtres de conférences, des chefs de travaux, des préparateurs chargés de leur donner des explications, de les interroger, de leur faire faire des problèmes, des exercices pratiques, des manipulations, des lectures, et de les initier ainsi à la recherche et à la réflexion

personnelle. Ces conférences et ces exercices pratiques sont d'une importance toute particulière; sans eux, les cours magistraux seraient loin de produire tous leurs effets utiles, car beaucoup d'élèves sortent de la préparation au baccalauréat avec une tendance fâcheuse à se contenter d'apprendre et de répéter la parole du maître.

En Mathématiques, les étudiants de licence sont exercés sur des problèmes de Calcul différentiel, de Calcul intégral, de Mécanique; en Astronomie, on cherche à les familiariser avec les calculs numériques et le maniement des instruments; ce côté pratique de l'enseignement de l'Astronomie demande à être très développé; cela serait facile dans les Universités où le Directeur de l'Observatoire est en même temps professeur à la Faculté; à Paris, la Faculté a fait, dans ce but, un accord avec l'Observatoire du Bureau des Longitudes, situé au Parc de Montsouris, où se trouve un outillage excellent ayant servi pendant longtemps à l'éducation astronomique des officiers de marine.

Dans les Sciences physiques et naturelles, les étudiants en licence sont de même exercés par de nombreuses manipulations à réaliser les expériences qu'ils ont vu décrire, à construire et à étudier des appareils, à acquérir l'éducation de l'œil et de la main, et à corriger par l'observation personnelle et directe ce que les notions prises dans les livres et les cours ont de théorique et de schématique. Enfin, en Botanique, en Géologie, et en Géographie physique, les élèves font des promenades et des voyages scientifiques.

A la fin de l'année, les étudiants subissent l'examen du certificat d'études P. C. N., ou les examens des certificats de licence : la réunion de trois de ces derniers certificats donne le grade de licencié. Dans ces examens, les notes des conférences et des travaux pratiques sont consultées par les examinateurs; en outre, les travaux pratiques forment, à l'examen même, une épreuve importante pouvant être éliminatoire.

Voici les critiques que soulèvent ces diverses façons de procéder et les améliorations qu'il me paraît utile d'y apporter :

1° En ce qui concerne l'enseignement du P. C. N., les étudiants qui se destinent à la Médecine sont à peu près les seuls à le fréquenter : il serait très utile que le P. C. N. fût fréquenté par des étudiants de toute nature, sauf peut-être les mathématiciens, et qu'il comportât, outre les cours actuels, un enseignement de Mathématiques comprenant les éléments du Calcul arithmétique, de l'Algèbre et de la Géométrie analytique. Le certificat d'études P. C. N. ainsi constitué formerait un certificat d'études supérieures pouvant conférer un tiers de licence, à condition qu'il fût pris avant les deux autres certificats. On gagnerait à ce système de placer une année non obligatoire entre le lycée et les études de licence. Il arrive actuellement que de jeunes bacheliers se font inscrire à des cours de licence qu'ils ne peuvent pas suivre, à cause du changement brusque de méthode ou encore parce qu'ils se sont trompés sur leur vocation : une année de P. C. N., avec un enseignement simple et de très fortes manipulations, leur donnerait une éducation scientifique, les initierait aux méthodes des diverses sciences et leur permettrait ensuite de choisir leur voie en connaissance de cause. Cette année ne serait pas un retard, puisqu'elle conférerait un tiers de licence. En outre, le fait de posséder déjà ce tiers de licence engagerait certainement beaucoup de futurs médecins à prendre ensuite deux autres certificats, pour avoir le grade de licencié et peut-être plus tard celui de docteur ès sciences; l'éducation scientifique du corps médical ne pourrait qu'y gagner. Enfin, l'introduction d'un enseignement de Mathématiques au P. C. N. se justifie par ce fait que les connaissances mathématiques, indispensables aux physiciens et aux chimistes, rendent aussi de grands services dans les sciences naturelles où les procédés géométriques, les représentations graphiques jouent actuellement un rôle de plus en plus considérable;

2° Relativement aux conférences et aux travaux pratiques, il nous semble que les enseignements didactiques sont souvent beaucoup trop chargés par rapport aux conférences et aux manipulations. On se préoccupe trop de faire des cours complets, ce qui fatigue les élèves et les maintient dans l'habitude prise au lycée d'écouter des leçons et de les apprendre pour l'examen. Il n'y a pas d'inconvénient à ce qu'un cours ne soit pas complet, pourvu que les élèves comprennent bien l'esprit des méthodes et acquièrent, dans les travaux pratiques, l'habitude de réfléchir et de chercher; pour les parties qui n'auraient pas été enseignées, ils se tireront ensuite facilement d'affaire sans cours, avec des livres et des travaux dans le laboratoire. Par contre, il faudrait développer les conférences d'interrogations et surtout les manipulations. Trop souvent, les étudiants de licence manipulent sur des instruments ou des préparations montés par le préparateur et font ainsi deux ou trois manipulations seulement par semaine : ils prennent alors une part personnelle trop faible aux travaux pratiques. Il faudrait que les élèves pussent aller au laboratoire quand ils le voudraient et y passer des journées entières, en y montant eux-mêmes les appareils, en apprenant à faire une expérience à peu de frais, en voyant travailler et en aidant les préparateurs et les chefs de travaux. Les manipulations

toutes préparées devraient, autant que possible, disparaître de l'enseignement supérieur.

On a déjà essayé ce nouveau système, qui donne d'excellents résultats. Ainsi, à Paris, certains laboratoires, comme celui de Chimie analytique et celui de Géographie physique, sont constamment ouverts aux étudiants de licence. En Zoologie et Anatomie comparées, on a installé des travaux pratiques facultatifs; on a autorisé des élèves qui en ont fait la demande à travailler au laboratoire, quand ils le voudraient, en assignant à chacun d'eux une place déterminée avec un petit matériel et en mettant à leur disposition des livres : seize élèves ont demandé l'année dernière à profiter de ces avantages; mais on a constaté que l'assiduité à l'étude des livres a été plus grande que l'assiduité aux travaux pratiques : le Directeur du laboratoire attribue ce fait à ce que la plupart des élèves, sortis depuis peu de temps du lycée, n'ont pas encore l'esprit d'initiative et l'habitude du travail personnel.

Mais les laboratoires où une organisation de ce genre peut fonctionner sont rares, et sur certains points tout manque. Ainsi, pour la Mécanique appliquée, les élèves devraient vivre dans un laboratoire qui soit un véritable atelier, avec des machines en action et des appareils d'essai, sous la direction de préparateurs qui seraient de véritables ingénieurs, capables de leur faire vérifier, sur chaque sorte de machine, les théories exposées par le professeur. Mais ce genre d'étude est, en France, tout à fait dans l'enfance : il existe une scission à peu près complète entre la Mécanique enseignée dans les Facultés comme une Science mathématique et la Mécanique des usines et des ateliers, malgré les progrès faits dans cette voie par plusieurs de nos Universités. On peut à peine comparer ce qui se fait en France, dans les Universités les mieux outillées, aux magnifiques installations des laboratoires de Mécanique, qu'on voit en Amérique, dans plusieurs Universités, et en Europe, à Charlottenbourg ou au Polytechnicum de Zurich.

Pour résumer la façon dont nous concevons l'enseignement général des sciences expérimentales dans les Universités par la limitation de l'enseignement *ex cathedra* et l'accroissement du temps passé au laboratoire, nous pouvons dire qu'elle est la suite de l'évolution indiquée par Duruy : l'enseignement oratoire a été remplacé par l'enseignement didactique; l'enseignement didactique doit lui-même être réduit, remplacé et complété par le travail du laboratoire, le contact journalier avec la réalité elle-même.

Dans ce système, il faudra un grand nombre de préparateurs et de moniteurs. On devra, comme on le fait déjà, instituer deux espèces de préparateurs : les préparateurs titulaires en petit nombre, faisant leur carrière de ces fonctions, et les préparateurs de passage, qu'on pourra recruter parmi les étudiants boursiers; en échange de la faveur qu'ils reçoivent de l'Etat, les boursiers devront, plusieurs fois par semaine, donner trois ou quatre heures aux élèves de licence des laboratoires; pour ceux des boursiers, et ils sont nombreux, qui se destinent à l'enseignement, ce genre de travail sera un excellent exercice de pédagogie pratique; d'ailleurs, ces bourses ne devront rester au même étudiant que trois ou quatre ans au plus, pour qu'un grand nombre de jeunes gens puissent en profiter successivement.

Un système de ce genre fonctionne depuis longtemps à l'Ecole Normale, où existent des agrégés restant à Paris deux ou trois ans, afin de poursuivre des études supérieures, et faisant fonction de préparateurs ou de répétiteurs.

§ 2. — Certificats.

Les études dont nous parlons ici (enseignement général) sont sanctionnées par des certificats de licence. Chaque Faculté des Sciences peut proposer des certificats nouveaux, dont la création n'est définitive qu'après autorisation du Ministre. De cette façon, l'enseignement n'a plus la lamentable uniformité qu'il présentait autrefois; chaque Université peut adapter ses programmes aux besoins scientifiques locaux, aux savants qui lui prêtent leur concours. Mais il est un point sur lequel les Facultés devraient avoir plus d'initiative et d'indépendance : s'il est naturel que la création d'un certificat nouveau doive être autorisée par le Ministre pour éviter des abus, pour empêcher, par exemple, que certains enseignements cessent d'être scientifiques pour devenir techniques, il est légitime aussi que, le certificat une fois créé, les Facultés soient libres de réglementer les conditions de l'examen, de fixer par exemple l'ordre de certains certificats, dans l'intérêt des études. Cette liberté ne ferait qu'augmenter la valeur des licences scientifiques, en ajoutant au contrôle des programmes fait par le Ministre le contrôle des conditions d'examens fait par les Facultés. Par exemple, une Faculté où existent un certificat de Chimie générale et un certificat de Chimie appliquée pourrait décider, si elle le juge utile d'après l'organisation des cours, qu'aucun candidat ne se présentera à la Chimie appliquée s'il ne possède déjà le certificat de Chimie générale : de même, une Faculté pourrait n'admettre à l'examen de Physique générale que des candidats possédant le certificat de Mathématiques générales, etc.; elle pourrait aussi ne pas admettre pour la licence certains groupements de certificats.

§ 3. — Recrutement des Facultés.

D'après les règlements, le grade de bachelier est nécessaire et suffisant pour entrer dans les Universités. Quelques étudiants en Mathématiques et en Sciences physiques sortent de « spéciales » ; mais la très grande partie des étudiants sont seulement bacheliers : leur éducation scientifique est donc celle qui correspond au baccalauréat. Les bacheliers lettres-philosophie, nombreux au P.C.N., ont des connaissances mathématiques insuffisantes pour suivre les cours de Physique et de Chimie ; leur préparation est surtout mauvaise dans les parties élémentaires : le système métrique, la multiplication et la division des nombres décimaux, qu'ils connaissent beaucoup moins bien que les élèves des écoles primaires. Les bacheliers lettres-sciences sont, au point de vue des connaissances, suffisamment préparés pour le P.C.N., mais insuffisamment pour les cours de licence. Quant à l'éducation scientifique, elle a de grands progrès à faire. Ces imperfections tiennent en grande partie au mode d'examen du baccalauréat ; les candidats, sachant qu'ils auront à répondre à l'examen sur un programme qui est comme la table des matières de dix volumes d'Arithmétique, de Géométrie, d'Algèbre, de Cosmographie..., font appel surtout à leur mémoire pour être prêts à tout, craignant qu'une défaillance entraîne la perte d'une année. Ils s'exagèrent certainement les hasards de l'examen, car un examinateur attentif peut démêler assez vite la part de l'intelligence, de la mémoire, de l'émotion. Néanmoins, l'impression existe chez les élèves, fortifiée par quelques accidents d'examens arrivés à de bons sujets : elle nuit certainement à la valeur des études, à l'autorité des professeurs, au travail réfléchi et personnel. En outre, le baccalauréat actuel ne comporte pas et ne peut pas comporter d'épreuves pratiques : il en résulte que les élèves craignent de perdre leur temps dans les exercices de manipulations ou de dessin. On remédierait à tous ces inconvénients, pour les élèves des lycées, en délivrant, dans leur lycée même, aux meilleurs d'entre eux le diplôme de bachelier, d'après l'ensemble de leurs notes de compositions, de leçons, d'interrogations, d'exercices pratiques pendant les deux dernières années. Pour les élèves sortant du lycée sans diplôme et pour les candidats venant de l'enseignement libre, le baccalauréat subsisterait sous sa forme actuelle.

Enfin, je termine ces réflexions déjà longues sur le recrutement, en disant un mot des élèves-femmes. Depuis plusieurs années, un grand nombre de jeunes femmes suivent les cours des Facultés, principalement ceux du P.C.N. en vue de la médecine. Mais, par une anomalie inexplicable, le diplôme de fin d'études secondaires, délivré par l'Etat dans les lycées et collèges de jeunes filles, n'a aucune valeur ni pour l'inscription dans les Facultés des Sciences, ni pour l'inscription dans les Facultés de Médecine. Il en résulte que le régime actuel des lycées de jeunes filles est une sorte de piège tendu aux parents, qui sont cependant en droit d'exiger qu'une jeune fille, ayant suivi le cours régulier d'études secondaires dans un lycée de l'Etat et ayant réussi aux examens consacrant ces études, puisse, sans nouveau diplôme, aborder l'enseignement supérieur.

III. — Enseignement scientifique en vue des applications.

§ 1. — Relations avec les Écoles techniques.

A côté de l'enseignement général correspondant aux anciennes licences est venu, depuis la constitution des Universités, se placer un enseignement scientifique nouveau qui, malgré ses origines récentes, a déjà pris une grande extension. Nous voulons parler de l'Enseignement scientifique fait en vue des applications, c'est-à-dire des Ecoles techniques et de l'Industrie. L'étude de cet enseignement soulève, d'une façon générale, le problème des relations entre les Facultés des Sciences et les Ecoles techniques. Nous appelons Ecoles techniques, les écoles qui préparent directement à l'exercice d'un art ou d'une profession. Ainsi les Facultés de Médecine, les Ecoles de Pharmacie sont des Ecoles techniques ; la préparation professionnelle et pédagogique à l'enseignement, c'est-à-dire à la carrière du professorat, est une préparation technique qui se trouve mêlée à l'enseignement des Facultés : les Ecoles d'Electricité, les deuxième et troisième années de l'École Centrale, les trois années qui suivent l'année préparatoire aux Ecoles des Mines et des Ponts, la troisième année de l'École Normale supérieure, l'École Coloniale, l'Institut Agronomique, l'École de Physique et de Chimie de la Ville de Paris, les Écoles d'Agriculture, les Écoles supérieures de Commerce, les Écoles d'Arts et Métiers... sont des Écoles techniques. L'École Polytechnique, au contraire, est une École purement scientifique, donnant un enseignement général, comme une Faculté, et préparant ses élèves à certaines Écoles d'application.

La règle générale qui nous semble devoir régir les rapports entre les Facultés et les Ecoles techniques est la suivante : l'enseignement technique devant être appuyé sur un enseignement scientifique aussi élevé que possible, pour mettre les élèves à même de lutter contre la concurrence étrangère, de perfectionner et de renouveler sans

cesse les applications de la Science, il est indispensable d'établir le plus de points de contact possible entre l'enseignement supérieur et les Ecoles techniques, les Facultés fournissant aux jeunes gens l'éducation scientifique, les Ecoles techniques les préparant à l'exercice de l'art ou de la profession qu'ils poursuivent. En d'autres termes, les Facultés doivent remplir, vis-à-vis des Ecoles techniques, le rôle que la Convention avait assigné à l'École Polytechnique à l'égard des Ecoles d'ingénieurs, avant l'établissement des Facultés.

Cette idée a été, comme nous l'avons vu, réalisée depuis longtemps à la section des Sciences de l'Ecole Normale, dont les élèves de première et deuxième année sont comme des boursiers de licence recevant à la Sorbonne l'Enseignement scientifique, la fonction propre de l'Ecole étant, pendant la troisième année, de préparer ses élèves à la carrière du professorat : elle a été réalisée récemment par l'institution du P. C. N., transportant dans les Facultés des Sciences l'enseignement général préparatoire aux études médicales. La même idée est exprimée par Renan, à la fin des *Mélanges d'Histoire et de Voyages*, à propos de la liberté de l'Enseignement supérieur :

« On résoudrait, dit-il, la plupart des difficultés par ce principe que l'Université enseigne tout l'ensemble de la Science théorique, laissant aux Ecoles d'application, aux séminaires de toutes sortes, le soin de former des sujets en vue d'une certaine pratique. »

Le principe énoncé par Renan nous semble devoir être la base des relations entre les Universités et les Ecoles techniques. Et qu'on ne croie pas que, en poursuivant son application, nous ayons en vue une sorte de protectionnisme universitaire, le désir de donner des élèves aux Facultés : il s'agit, dans l'intérêt de la Science comme dans celui des applications, de faire le partage des fonctions et de laisser l'enseignement scientifique à l'organisme le mieux adapté au but visé. L'observation montre que, chaque fois qu'une Ecole technique veut donner un enseignement scientifique, cet enseignement passe au second plan, par rapport à l'objet principal de l'école; il est donné à la hâte, dans un esprit d'utilité immédiate, sans les exercices, les interrogations, les manipulations nécessaires.

Nous verrons plus loin comment le principe de la séparation des deux enseignements et de leur organisation en vue d'un but commun a déjà reçu, sous des formes diverses, de nombreuses applications, résultant de la force même des choses et de l'impérieux besoin qui domine l'industrie moderne de se renouveler sans cesse au contact de la Science. Comme le dit M. Haller, dans son remarquable Rapport sur les Arts chimiques à l'Exposition de 1900 : « L'avenir est à l'industrie scientifique, et malheur aux nations insouciantes qui restent au-dessous de ces nécessités nouvelles ». Seulement, nous devons mettre les Facultés en garde contre un écueil redoutable : il faut éviter qu'il s'établisse une confusion inverse de celle qui existe aujourd'hui et que les Facultés versent dans l'Enseignement technique. L'Enseignement des Facultés doit être exclusivement scientifique et non technique; les deux enseignements doivent avoir leurs organes propres, aussi perfectionnés que possible, mis en relations par des Conseils ou Commissions mixtes composées de savants et d'ingénieurs, analogues aux Conseils des Universités où siègent les représentants des Facultés des Sciences, des Ecoles de Médecine et de Pharmacie. En laissant pénétrer l'Enseignement technique dans les Facultés des Sciences, on amènerait rapidement la déchéance de la Science française et, par suite, l'affaiblissement des études techniques elles-mêmes, qui ne peuvent progresser qu'avec une base scientifique solide et profonde. Il est parfaitement admissible, et le fait existe déjà, que les Universités organisent à côté d'elles, avec leurs ressources, des Instituts techniques; mais ces Instituts doivent être nettement séparés des autres services, et se borner à donner un enseignement professionnel à des étudiants qui suivent ou ont suivi l'enseignement scientifique général de la Faculté des Sciences.

Voici des indications sommaires sur quelques organisations-types qui existent actuellement dans cet ordre d'idées.

A Lille, les rapports les plus étroits ont été établis entre l'Institut industriel du Nord de la France et la Faculté des Sciences. Cet Institut est un établissement fondé par le Département et la Ville, occupant parmi les Ecoles techniques une situation intermédiaire entre les Ecoles d'Arts et Métiers et l'Ecole Centrale. Tout d'abord, il y a entre l'Institut et la Faculté une sorte d'union personnelle, en ce sens que les cours théoriques y sont donnés par des membres de la Faculté qui y enseignent les Mathématiques spéciales, l'Analyse, la Mécanique, la Physique, l'Electricité, et qui y donnent des conférences et des interrogations. Puis, les meilleurs élèves de l'Institut viennent à la Faculté compléter leur éducation scientifique et prennent, quand ils sont bacheliers, des certificats de Mathématiques générales, de Mécanique rationnelle, de Mécanique appliquée, de Physique industrielle, de Chimie générale, de Chimie industrielle. Les élèves sortant de l'Institut industriel avec le diplôme forment à peu près le quart de l'effectif : ils trouvent facilement des situations dans la région, où ils sont

recherchés comme ingénieurs. Cette organisation pourrait encore être améliorée si les cours théoriques de l'Institut, d'un caractère vraiment scientifique, étaient tous faits à la Faculté même.

Comme annexe directe à l'Université de Lille existe un Institut électrochimique, qui donne un diplôme d'ingénieur électricien et dont les élèves suivent à la Faculté des Sciences les cours de Mathématiques générales, de Physique générale, de Thermodynamique et de Mécanique appliquée; à noter que cette Mécanique est réellement appliquée et que, cette année, le professeur a fait porter son enseignement sur l'étude théorique des automobiles. Enfin, pour montrer l'union réalisée, dans cette Faculté, entre la Science et l'Industrie, signalons ce fait que, dans le jury des certificats de Chimie industrielle, figure un docteur ayant une situation industrielle considérable, celle d'administrateur délégué des Établissements Kullmann.

A l'Université de Nancy, nous relevons quatre Instituts techniques : l'Institut chimique, l'Ecole de Brasserie, l'Institut électrotechnique, l'Institut agricole. A l'Institut de Chimie, la base de l'Enseignement est constituée par les cours de la Faculté sur la Chimie minérale, la Chimie organique, la Chimie analytique; ces cours sont complétés à l'Institut par des leçons dans lesquelles on étudie une série d'industries spéciales : Métallurgie, Céramique, grande Industrie chimique, Électrochimie ; des cours spéciaux, subventionnés par la Ville de Nancy, se rapportent aux procédés chimiques de teinture et d'impression. L'Enseignement pratique se fait dans de vasles laboratoires, où les élèves sont admis chaque jour de huit heures à midi et de deux heures à six heures. La durée des études est de trois ans : cependant, des jeunes gens ayant déjà suivi des cours de la Faculté et munis de diplômes ou de certificats de licence peuvent être dispensés d'une ou deux années d'études. Un diplôme d'ingénieur-chimiste est délivré aux meilleurs élèves. L'Institut électrochimique a été fondé par les généreuses subventions des industriels de la région, du Conseil général de Meurthe-et-Moselle, du Conseil municipal de Nancy et de l'Etat. Son organisation est analogue à celle de l'Institut chimique. Dans les deux premières années, les élèves prennent à la Faculté les connaissances générales en Mathématiques, en Physique, en Chimie; la troisième année est technique : sont admis d'emblée en troisième année les anciens élèves des grandes Ecoles de Paris et les étudiants pourvus du certificat de Physique générale et de l'un des certificats fondamentaux de Mathématiques : Analyse infinitésimale ou Mécanique rationnelle. Enfin, l'Institut agricole a pour but de donner une instruction supérieure préparant à la profession d'agriculteur : il comprend une section d'études coloniales.

A Bordeaux, nous relevons de même une Ecole de Chimie appliquée à l'Industrie et à l'Agriculture, dont les élèves suivent les cours de Chimie professés régulièrement à la Faculté pour les candidats à la licence, ainsi que ceux de Chimie industrielle et de Chimie agricole, et reçoivent à l'Ecole un enseignement technique. Un laboratoire d'Electricité industrielle est annexé à la Faculté dans des conditions analogues. Je ne puis ici passer en revue toutes les organisations analogues existant dans les Universités de Besançon, Caen, Clermont, Dijon, Grenoble, Lyon, Marseille, Montpellier, Rennes, Toulouse... ; une telle étude serait des plus instructives : elle montrerait avec quelle variété de formes, avec quelle intelligente activité, les Universités se sont efforcées partout de répondre aux exigences de la Science et de l'Industrie.

A Paris, l'Université possède un Institut de Chimie appliquée où les élèves sont admis à la suite d'un examen de capacité et étudient pendant trois ans. L'Enseignement pratique qu'on y donne est coordonné aux cours et conférences de la Faculté des Sciences que les élèves sont tenus de suivre. La Faculté des Sciences de Paris ne possède pas d'autre Institut technique proprement dit; mais, dans la plupart des Enseignements expérimentaux, se trouvent placés, à côté des cours et exercices généraux, des Enseignements scientifiques faits en vue de certaines applications ; il arrive aussi que des étudiants ayant pris à la Faculté des certificats d'études supérieures vont ensuite dans des Ecoles techniques, ou que des jeunes gens sortis de ces Ecoles viennent prendre à la Faculté un Enseignement scientifique. C'est ainsi que, chaque année, plusieurs étudiants de la Faculté entrent à l'École d'Électricité après avoir pris les certificats d'études supérieures nécessaires ; que les cours, conférences et travaux pratiques de Géologie et de Minéralogie ont été suivis par d'anciens élèves de l'École Centrale, des élèves de l'École des Mines, des officiers chargés de missions, venant faire leur éducation scientifique en vue de la prospection, de la recherche des sources et, d'une façon générale, de la Minéralogie et de la Géologie appliquées. De même, le laboratoire de Géographie physique a été fréquenté par de futurs professeurs de Géographie, des élèves diplômés de l'Institut Agronomique, des élèves de l'École Coloniale, des ingénieurs et des officiers du Service géographique. Les exercices de Botanique ont été suivis par des étudiants ayant en vue l'Enseignement agricole, ou des applications à l'Agriculture et à l'Horticulture. De nombreux élèves de l'Institut Agronomique, de l'École de Grignon, des autres Écoles

supérieures d'Agriculture sont venus passer avec succès des certificats de licence; certains d'entre eux ont même poussé leurs études jusqu'au doctorat et ont fait ensuite une carrière rapide dans l'Enseignement agricole supérieur. Le laboratoire de Physique a conduit plusieurs de ses élèves à d'importantes situations dans l'Industrie, etc.

§ 2. — Critique de l'état actuel. Possibilité d'organisation pour l'avenir.

Actuellement, comme dans les organismes imparfaits, il existe encore une grande confusion de fonctions. On peut reprocher aux Facultés des Sciences de donner un Enseignement technique en s'occupant de la préparation professionnelle au professorat; un professeur de lycée[1] doit être savant : avant d'enseigner, il doit connaître la Science pour l'avoir pratiquée ; il doit être placé bien au-dessus des sujets qu'il aura à traiter et être capable de trouver dans sa science même le moyen de perfectionner son enseignement : ces qualités, le futur professeur les acquerra dans une Université; il doit ensuite posséder l'art d'enseigner, de composer une leçon, de présenter une démonstration avec habileté, de faire des expériences de cours qui fassent image et frappent l'imagination des enfants; ces qualités professionnelles, il doit les recevoir soit dans des Instituts techniques (pouvant dépendre des Universités) comme la troisième année de l'École Normale Supérieure, soit au cours d'un stage organisé, dans les lycées des diverses Académies, par les soins du Recteur, avec le concours des professeurs les plus expérimentés de l'Enseignement supérieur ou secondaire. Mais si, sur ce point spécial, les Facultés font un peu d'Enseignement technique mélangé à l'Enseignement général, il existe, en revanche, un très grand nombre d'Ecoles techniques qui donnent un Enseignement scientifique général, souvent à quelques centaines de mètres de distance d'une Faculté des Sciences. Tel est, dans les Écoles de Pharmacie, l'enseignement général des Sciences physiques, chimiques et naturelles, qui trouverait, semble-t-il, sa place toute préparée au P. C. N. Tel est, à l'Ecole des Mines, à l'Ecole des Ponts, à l'Ecole Centrale, l'enseignement de la première année ou année préparatoire, où se font de véritables cours de Faculté sur l'Analyse mathématique, la Mécanique rationnelle, la Chimie générale, la Physique générale. Tels sont enfin de nombreux cours de l'Institut Agronomique et des Ecoles d'Agriculture.

A ce défaut d'harmonie, à ces enseignements scientifiques dispersés, qui certainement ne sont pas meilleurs que ceux des Facultés, qui sont moins bien organisés et moins bien outillés comme conférences et travaux pratiques, il est nécessaire de substituer une organisation nouvelle, qui donnera un meilleur rendement au point de vue scientifique, avec une diminution des frais généraux supportés par le budget.

Dans les Écoles des Ponts et Chaussées et des Mines, on devrait supprimer l'année préparatoire et recevoir directement en deuxième année des élèves des Facultés des Sciences présentant certains certificats et subissant, s'il paraît utile, un concours ou un examen de capacité : le nombre des élèves admis pourrait ne pas être absolument déterminé *a priori*, le diplôme d'ingénieur délivré à la sortie n'étant donné qu'aux bons élèves.

Un régime analogue devrait être appliqué à l'École Centrale, qui deviendrait ainsi exclusivement technique.

A Paris, l'Institut Agronomique pourrait de même, pour certains cours théoriques, envoyer ses élèves à la Faculté des Sciences, après entente entre les deux établissements; ou bien l'on pourrait exiger le certificat d'études P. C. N. des candidats à l'Institut Agronomique et y supprimer les cours théoriques correspondants.

Pour les Écoles d'Agriculture, presque tout est à faire en vue d'une entente avec l'enseignement supérieur. Conformément à un vœu exprimé dans un des Congrès de 1900, quelques chaires de Faculté ont été créées en vue de la préparation scientifique à l'Agriculture, sans que, bien entendu, ces chaires aient un caractère technique pouvant faire un double emploi avec l'enseignement pratique des Écoles d'Agriculture. Mais aucune organisation d'ensemble n'a encore été proposée.

Notre étude nous amène fatalement à la question de l'École Polytechnique. Cette École, qui, dans ses débuts, a été en quelque sorte la première Faculté des Sciences, qui a été intimement mêlée à la création de la Faculté de Paris, est restée à peu près immuable dans les principes de son organisation : ainsi que nous l'avons déjà dit, elle apparaît comme une Faculté des Sciences fermée, dont les élèves, suivant un cours d'études qui ne laisse aucune place à la libre recherche, concourent entre eux en vue de certaines situations d'ingénieurs qu'eux seuls peuvent obtenir par la voie de l'enseignement supérieur. Je constate ce caractère de Faculté de l'École Polytechnique, sans y trouver à redire : tout établissement donnant un enseignement général préparatoire aux Écoles techniques doit être un véritable établissement d'enseignement supérieur.

Si cette École n'existait pas, les Facultés des Sciences s'organiseraient sans peine pour accomplir la fonction dont l'École des Travaux publics

[1] Tannery : *Rapport sur la réforme de l'agrégation.*

avait été chargée par la Convention, avant qu'il existât des Facultés, de donner un enseignement scientifique en vue des Écoles d'ingénieurs, du moins au titre civil. Les élèves des Facultés, munis des certificats exigés, ayant suivi un enseignement scientifique dont le programme et l'esprit auraient été établis après entente avec les Écoles techniques, entreraient directement dans ces Ecoles, sous la garantie d'un examen de capacité ou d'un concours. Les Universités rempliraient alors pleinement leur rôle d'éducatrices de la démocratie : elles établiraient entre les esprits les plus distingués du pays, dans toutes les carrières scientifiques, théoriques ou pratiques, par la communauté du travail, par la liberté de l'étude, l'union et l'harmonie que, dans la diversité croissante des individualités et des consciences, la science seule peut donner. Mais l'École Polytechnique existe : ses beaux états de service, le respect qu'inspire une institution plus que séculaire, lui assureront sans doute encore une longue carrière, et la préserveront d'une transformation en école exclusivement militaire. Seulement, dès maintenant, son organisation appelle des modifications profondes : on pouvait, il y a un siècle, enseigner en deux ans, à des jeunes gens sortant de l'enseignement secondaire, l'Analyse mathématique, la Mécanique rationnelle, l'Astronomie, la Physique générale, la Chimie générale, en poussant cet enseignement jusqu'aux limites mêmes de la science d'alors : on ne le peut plus pour la science d'aujourd'hui. Malgré l'habileté de professeurs qui sont choisis parmi les premiers savants du pays, malgré la bonne volonté d'élèves excellents, nommés après concours, il est impossible d'embrasser avec fruit un pareil programme : les cours succèdent aux cours, rapides, condensés, nourris de la substance des sciences; les élèves les écoutent, les comprennent, et en tirent peu de profit à cause du temps trop court qui leur reste pour la réflexion personnelle, les exercices écrits, l'étude des livres, la vie du laboratoire. Ce n'est pas ici le lieu d'étudier en détail une nouvelle organisation de l'École : le seul point que je veuille viser, parce qu'il rentre complètement dans mon sujet, est l'avantage que possède l'École Polytechnique d'être, de toutes les institutions d'enseignement supérieur, la seule qui ouvre certaines carrières civiles, les carrières d'ingénieur de l'État pour les Mines, les Ponts et Chaussées, les Constructions navales : par là, ses élèves sont mis à l'abri de toute concurrence, ce qui constitue un véritable privilège dans une démocratie où la libre concurrence des intelligences doit se produire, non une fois, à un instant unique, qui décidera de toute la vie, mais le plus souvent possible. Il semble donc nécessaire que l'École Polytechnique accepte la concurrence de l'enseignement supérieur pour l'entrée aux Écoles des Mines, des Ponts et Chaussées, etc..., au titre d'ingénieur de l'État; cette réforme n'est pas seulement conforme à l'esprit de justice : elle rendra à l'École Polytechnique et au pays le grand service de diminuer cette poussée énorme de jeunes gens suivant tous la même voie en vue de vingt à trente places et faussant, par leur grand nombre, les épreuves du concours d'entrée. Les détails d'organisation de cette concurrence entre une École fermée et les Facultés sont, sans nul doute, difficiles à régler : mais l'essentiel est que cette concurrence devienne possible, quelque dures qu'en soient les conditions pour les candidats libres. En toute hypothèse, le point essentiel qu'il faut considérer, est que le recrutement des élèves ingénieurs de l'État doit avoir pour base une culture scientifique aussi haute que possible : il serait très dangereux, pour l'avenir du pays, que ce recrutement se fît par une culture et des épreuves prématurément techniques; tout en admettant l'accès au grade d'ingénieur des conducteurs désignés par leurs services et ayant des connaissances théoriques suffisantes, l'on ne saurait trop lutter contre l'idée de recruter principalement les ingénieurs par le rang; la concurrence doit se produire, mais sur le terrain de la haute culture scientifique.

On trouvera la même manière de voir exprimée dans un article de M. Lucien Lévy, actuellement examinateur d'admission à l'École Polytechnique, paru dans la *Revue Scientifique* du 9 janvier 1892 : « Et ceci, dit M. Lucien Lévy, nous amène à nous demander s'il ne conviendrait pas de remplacer les examens de sortie de l'École Polytechnique par des examens d'entrée aux Écoles d'application où pourraient concourir tous les candidats du dehors, comme cela a lieu, par exemple, pour l'agrégation, où se présentent, concurremment avec les élèves de l'École Normale, les étudiants libres, qu'ils aient suivi des cours de Faculté ou non, pourvu qu'ils soient licenciés et Français. Il n'est pas trop difficile d'imaginer un mode d'examen où le public serait admis, les élèves de l'École Polytechnique conservant certains avantages de points ou autres et surtout étant assurés d'un poste en tout état de cause ». M. Lévy admet même que les Facultés puissent présenter des candidats aux Écoles d'application militaires. « Par exemple, dit-il, la Commission d'examen pour l'École d'Application du Génie et de l'Artillerie, qui, d'ailleurs, pourrait se confondre en partie avec les Commissions d'autres Écoles, examinerait et classerait tous les candidats; le ministre de la Guerre nommerait le nombre d'officiers-élèves qui lui seraient nécessaires; les élèves de l'École Polytechnique qui auraient échoué à cet

examen final seraient, de droit, sous-lieutenants dans l'armée active ».

Il existe actuellement un concours pour les ingénieurs des Postes et Télégraphes en dehors de l'École Polytechnique : mais, si mes renseignements sont exacts, ce concours n'est pas organisé dans l'esprit que j'indique, puisque les élèves sortant de l'École Polytechnique ne peuvent y prendre part, du moins l'année même de leur sortie.

Nous avons ainsi envisagé, sous ses aspects principaux, le problème de la préparation aux Écoles techniques par l'Enseignement supérieur. Mais ce n'est pas seulement de cette façon que pourra être réalisée une union féconde entre la science et les applications; il existe, pour arriver au même but, une autre voie, en quelque sorte inverse, qui se trouve déjà suivie sur quelques points particuliers. On sait quelle bonne volonté de travail, quelle santé morale et intellectuelle se rencontrent souvent chez les élèves des Écoles techniques moyennes, comme les Écoles d'Arts et Métiers. Déjà le Ministère du Commerce a institué, pour les meilleurs élèves de ces écoles, des bourses d'études leur permettant de se préparer à l'École Centrale. Pourquoi ne pas diriger quelques-uns de ces jeunes gens, manifestant des aptitudes scientifiques, sur les Universités, où ils recevraient un enseignement théorique en vue de l'industrie à laquelle ils se destinent, en vue par exemple des divers Instituts d'Electricité, de Chimie appliquée, etc.; des élèves d'un genre analogue pourraient venir également des Écoles d'Horticulture et d'Agriculture. Nous verrions à cette innovation le grand avantage d'introduire dans les Universités des éléments nouveaux et de faire l'expérience d'une méthode consistant à donner à l'enseignement scientifique une base pratique. Peut-être aussi ce rapprochement d'étudiants, d'origines très différentes, ferait-il tomber bien des préjugés et des idées fausses.

IV. — Travaux de recherches.

Au-dessus de leur mission de faire connaître et comprendre les Sciences, les établissements d'enseignement supérieur, vraiment dignes de ce nom, en ont une autre, noble entre toutes, celle de faire progresser la Science et d'initier sans cesse de nouvelles générations de travailleurs aux méthodes d'invention et de découverte. L'accomplissement de cette mission a une importance essentielle, car, seuls, les maîtres ayant fait et continuant à faire des travaux personnels, des recherches originales, peuvent connaître le fond des méthodes propres à chaque ordre de sciences et communiquer à leurs disciples cet esprit de curiosité scientifique, de recherche passionnée de la vérité pour elle-même, en dehors de toute application et de tout profit immédiats, qui constituent le véritable savant. Quand bien même certaines chaires de Faculté auraient peu d'élèves pour les études générales, leur existence serait encore justifiée par ce fait qu'elles fournissent à leurs titulaires les loisirs et les moyens de poursuivre leurs travaux et de laisser mûrir leurs idées. Et un Pasteur méditant dans son laboratoire de Strasbourg et se préparant, par une discipline scientifique de tous les instants, à ses découvertes futures, rend par là un plus grand service à l'humanité et à la France que par l'enseignement de licence qu'il a pu donner à cette époque. Je me permets d'insister sur ce point, car il serait à craindre que, dans notre démocratie, on fût porté à juger l'importance d'une chaire d'un caractère élevé et des laboratoires correspondants par le nombre des élèves qu'ils réunissent; il faut la mesurer aux découvertes qui y ont été faites ou qui peuvent s'y faire : il faut se rappeler, en outre, que des résultats paraissant n'avoir qu'une beauté théorique peuvent conduire à des applications inattendues. Les exemples ne manquent pas dans les domaines les plus divers, depuis les études astronomiques, qui, en conduisant Newton à énoncer les principes de la Dynamique, ont préparé la Mécanique moderne, ainsi descendue du ciel sur la terre, jusqu'aux recherches sur les organismes microscopiques, qui ont conduit Pasteur à renouveler une partie des Sciences chimiques et naturelles et à ouvrir un champ immense d'applications à la Médecine, à l'Agriculture et à l'Industrie. Tout récemment encore, la télégraphie sans fil est née de recherches théoriques d'un ordre très élevé.

Afin de favoriser et de développer ces travaux de découvertes dans les sciences mathématiques, on a établi dans les Facultés, à côté des cours généraux, comme l'Analyse mathématique, la Mécanique rationnelle et l'Astronomie, qui ont un programme à peu près invariable, des cours portant sur les parties les plus élevées de la Science, dans lesquels le professeur indique l'état actuel de certaines questions et conduit ses auditeurs jusqu'à ces régions noyées d'ombre où s'élabore la Science de demain : ces cours, devant se renouveler d'année en année, exigent de leurs titulaires des efforts d'invention et d'érudition incessants : tels sont les cours de Géométrie supérieure, d'Analyse et d'Algèbre supérieures, de Mécanique céleste, de Physique mathématique.

Dans les Sciences physiques et naturelles, on a, de même, à côté des laboratoires d'enseignement, créé des laboratoires de recherches, qui sont, ou bien des laboratoires particuliers pour les professeurs et leurs préparateurs, ou encore des labora-

toires ouverts à des travailleurs. Ces travailleurs sont des licenciés préparant des thèses de Doctorat d'État ou d'Université, ou des docteurs continuant des recherches scientifiques, ou des officiers et des ingénieurs étudiant des questions scientifiques élevées en vue de missions et d'applications industrielles. Si, comme il est à souhaiter, il est établi pour les agrégations de sciences expérimentales un diplôme d'études supérieures exigeant un travail de laboratoire, on verra une nouvelle catégorie de travailleurs se joindre à ceux qui existent actuellement. Un recrutement régulier de chercheurs se fait par les boursiers d'études ou boursiers de Doctorat, qui reçoivent une subvention de l'Etat pour pouvoir, pendant deux ou trois ans, se livrer à des études désintéressées. Certaines villes, en tête desquelles il convient de placer Paris, quelques généreux amis de la Science, quelques établissements particuliers comme l'Institut Thiers, donnent également des bourses de ce genre. Il y aurait évidemment un grand intérêt à ce que ces bourses se multipliassent.

Souvent des étrangers, en possession de grades ou même de fonctions, viennent passer une année ou deux dans des laboratoires dirigés par des hommes illustres pour s'initier à leurs méthodes d'investigation scientifique : tels ont été les laboratoires de Sainte-Claire Deville à l'École Normale, de Claude Bernard au Collège de France; tels sont actuellement plusieurs laboratoires dans les départements et à Paris, dans les Facultés ou dans les autres établissements d'enseignement supérieur. On ne saurait faire trop de sacrifices et d'efforts pour accroître cette clientèle scientifique de notre pays.

L'organisation et l'outillage des divers laboratoires de recherches exigent des modifications incessantes et des agrandissements continus : à mesure que la sphère des Sciences s'étend, sa frontière avec l'inconnu grandit également et les sujets de recherches se multiplient ; il suffit, pour s'en convaincre, de voir ce que sont devenues en cent ans les recherches sur l'Électricité et de songer au domaine qu'ouvre une découverte comme celle des substances radio-actives. Aussi faut-il avouer que, dans bien des Universités, on a commis une lourde faute en installant les laboratoires dans des monuments coûteux où aucun agrandissement n'est possible, ou en les édifiant sur des terrains trop exigus. La véritable solution du problème, qui a été appliquée dans quelques établissements en France et à l'Étranger, consiste à former des Instituts séparés pour les diverses sciences, Physique, Chimie, Botanique, Zoologie, où se trouvent réunis les laboratoires d'enseignement et les laboratoires de recherches, chaque Institut ayant ses bâtiments appropriés avec de vastes cours permettant des agrandissements ou des constructions provisoires; on arrive de cette façon à un meilleur rendement économique et scientifique : économique, car tous les frais généraux sont diminués par les approvisionnements en commun des laboratoires d'un même institut et par l'utilisation d'une installation centrale d'énergie électrique et mécanique; scientifique, car les diverses branches d'une même science étant réunies, les étudiants en perçoivent nettement tous les rapports et sont amenés à vivre dans un milieu qui excite l'esprit de recherche. Dans un tel institut, peuvent être juxtaposés des laboratoires de recherches indépendants les uns des autres : le directeur de l'institut doit avoir une autorité administrative et non scientifique; sinon, il pourrait en résulter de graves dangers pour l'orientation des recherches.

Ainsi, à l'Université de Paris, l'un des besoins les plus urgents à l'heure actuelle est la création, sur un grand emplacement distinct de la Sorbonne, d'un Institut de Chimie où se trouveraient réunis les enseignements et les laboratoires de Chimie minérale, de Chimie organique, de Chimie biologique et de Chimie appliquée, qui sont actuellement dispersés sur trois points : à la Sorbonne, rue Michelet et à l'Institut Pasteur.

Nous avons vu, à propos de l'enseignement général, quelle est l'impérieuse nécessité d'établir des rapports étroits entre les Universités, les Ecoles techniques et l'Industrie. Les laboratoires de recherches doivent également se trouver en rapport constant avec les applications industrielles ou agricoles, soit pour en tirer des sujets de recherches théoriques, soit pour fournir des solutions aux difficultés qui arrêtent les praticiens. Il importe que, dans les grandes industries, se trouvent non seulement des ingénieurs techniques, mais des savants connaissant les dernières méthodes de travail et de recherche. C'est là que se trouve véritablement la solution du problème des rapports de l'Enseignement supérieur avec les applications. Sans doute, les Instituts techniques dont nous avons parlé, prenant des élèves des Facultés et leur donnant, le plus rapidement possible, les connaissances scientifiques et techniques en vue d'une industrie, rendent de grands services ; mais ils ne peuvent guère former que des ingénieurs se bornant à appliquer correctement les méthodes et les théories qu'on leur a a apprises. *C'est aux laboratoires de recherches qu'il faut demander les ingénieurs capables de faire progresser l'industrie.* C'est ce qui fait la force de l'Allemagne et principalement des industries chimiques allemandes : par exemple, dans une Société badoise de produits chimiques, on relève 148 chimistes, savants, faisant des recher-

ches, et 75 techniciens seulement; dans la Société Bayer, on trouve 145 chimistes se livrant à des travaux personnels. Chaque fois qu'un de ces savants découvre une substance nouvelle, elle est aussitôt brevetée; les usines ont ainsi un nombre formidable de brevets, si bien que la France, où aucune organisation semblable n'existe, ne peut lutter contre la concurrence allemande. La responsabilité de cet état de choses incombe plus à notre haute industrie qu'aux Universités, qui sont toutes prêtes à recevoir et à former des chercheurs.

En terminant cet exposé déjà trop long, je suis heureux de constater les grands progrès que l'Enseignement supérieur a faits en France depuis trente ans : sous le rapport de l'enseignement général et des travaux de recherches, nous sommes aujourd'hui en mesure de lutter avec les autres nations, et nous avons la satisfaction de voir nos thèses de doctorat à un niveau scientifique supérieur à celles des autres pays. Nous sommes en retard dans l'organisation des relations entre l'enseignement théorique et les Ecoles techniques et dans l'emploi des savants par la haute industrie ; nous avons constaté là une regrettable confusion de fonctions, une dispersion funeste d'énergie et d'argent, et même des lacunes à peu près complètes. C'est à mettre cette fonction de l'Enseignement supérieur scientifique au niveau des autres que doivent surtout tendre nos efforts.

P. Appell,

Membre de l'Institut.

P.-S. — Cette conférence a été suivie, le jeudi 18 février, d'une discussion publique contradictoire, à laquelle ont pris part des ingénieurs et des professeurs, entre autres MM. Croiset, Lemoine, Lippmann, Clément Colson, Lucien Lévy, Carvallo.

M. Cl. Colson, Ingénieur des Ponts et Chaussées, Conseiller d'État, après avoir pris connaissance du texte précédent, a réuni les principales objections présentées, sur la question des Écoles techniques, au cours de la discussion contradictoire, dans la lettre suivante, qu'il m'a fait l'honneur de m'adresser : on y verra que, si nous différons sur le choix des moyens, nous sommes d'accord sur le principe fondamental, qui est d'assurer aux Écoles techniques un recrutement scientifique élevé. **P. A.**

Mon cher Doyen,

Vous avez bien voulu m'engager à résumer par écrit les observations, sur la préparation aux Écoles techniques, formulées au cours de la discussion qui a suivi votre conférence, celles aussi que M. le Président Alfred Picard vous a présentées à l'Institut. Je m'empresse de répondre à votre gracieuse invitation, heureux si l'impartiale hospitalité de la *Revue générale des Sciences* veut bien accueillir ces quelques réflexions à la suite de votre conférence.

I

L'idée essentielle que vous avez émise, sur le point qui intéresse les ingénieurs, c'est que l'enseignement donné à l'École Polytechnique ou celui de l'année préparatoire des Écoles techniques est un enseignement scientifique général, qui aurait sa vraie place dans les Facultés. A cela, M. Lemoine a excellemment répondu que, si la science est la même partout, les parties sur lesquelles il faut insister ne sont pas les mêmes, quand on prépare un futur ingénieur à suivre des cours techniques, que quand on forme des savants ou des professeurs, et vous vous êtes empressé de reconnaître que les Facultés auraient à adapter certains cours aux nécessités spéciales des nouveaux élèves à qui elles s'ouvriraient, si l'on appliquait votre idée.

Permettez-moi de faire remarquer que la spécialisation de ces cours devrait être bien plus complète qu'il ne semble au premier abord. Pour ne pas éterniser les études d'un jeune homme qui aura à suivre pendant plusieurs années l'enseignement technique, il faut le mettre à même d'apprendre, en peu de temps, exactement les parties de la science générale dont il aura besoin, et, à cet égard, chaque école professionnelle a ses nécessités spéciales. A l'Ecole Polytechnique, on met deux ans à préparer à toutes les Ecoles d'application à la fois, par des cours déjà très différents de ceux des Facultés et déja trop chargés, des jeunes gens qui seront appointés dès leur entrée dans ces Ecoles. Les élèves externes des mêmes Ecoles, ceux de l'Ecole Centrale, qui ne commenceront à gagner leur vie qu'après en être sortis, sont plus pressés, et c'est en un an qu'ils doivent acquérir ce qui leur manque encore comme culture scientifique, après avoir terminé leurs Mathématiques spéciales. Il faut, pour cela, leur servir cette culture sous une forme adaptée à leur usage particulier. Pour prendre un exemple, dans l'année préparatoire de l'Ecole des Mines, destinée à des chimistes et à des métallurgistes futurs, on consacre cinquante leçons à la Chimie; à l'École des Ponts et Chaussées, pour de futurs constructeurs, le cours de Chimie ne comporte que trente-six leçons, et les autres sont remplacées par des leçons sur les applications de la Géométrie descriptive et sur l'Architecture.

Sans doute, on pourrait faire chacun de ces cours dans les Facultés; mais il faudrait agencer ceux dont auraient besoin les candidats à chaque Ecole, comme développement des diverses parties de l'enseignement, comme horaires, comme exercices pratiques, de telle manière qu'ils pussent être suivis en un an. Peut-être, à la Sorbonne, le nombre des élèves serait-il suffisant pour justifier cette organisation spéciale. Mais, en la créant, ferait-on autre chose que transporter rue des Ecoles ce qui se fait aujourd'hui rue des Saint-Pères ou boulevard Saint-Michel? Y a-t-il vraiment là une réforme bien intéressante?

En ce qui concerne spécialement l'Ecole Polytechnique, vous critiquez l'avantage qu'elle confère aux élèves qui y ont été reçus, en leur assurant une position par le succès obtenu « à un instant unique qui décidera de toute la vie ». J'avoue que, tant que nous envisagerons le recrutement scientifique de carrières où le nombre des places est limité (nous parlerons plus loin du recrutement par le rang), il m'est impossible de concevoir comment on éviterait que la carrière tout entière dépendît du succès dans un concours, qui sera toujours un instant unique, décidant de toute la vie. En faisant concourir les étudiants des Facultés avec les polytechniciens, pour l'entrée dans chaque Ecole d'application, on reculera l'instant unique, on ne le supprimera pas; si l'on met les places d'ingénieur de l'État au concours entre les élèves sortis de toutes les Ecoles techniques, on l'aura tout simplement reculé un peu plus encore. L'agrégation est ouverte à d'autres candidats qu'aux normaliens; mais elle est, elle aussi, la condition de l'obtention de certaines situations, dont le résultat d'un concours ouvre ou ferme l'accès. On peut recommencer ce concours deux, trois, quatre fois, comme celui d'entrée de l'École Polytechnique; ce ne sera jamais qu'une épreuve d'un instant.

L'École Polytechnique, à cet égard, réduit au minimum le hasard du concours. S'ouvrant à beaucoup de jeunes gens, parce qu'elle prépare à beaucoup de carrières, elle atténue le rôle du hasard à l'entrée, plus qu'on ne pourrait le faire dans des examens divisés, dont chacun ne comporterait qu'un nombre infime de candidats reçus. Ensuite, c'est par un concours permanent, où l'on fait compter dans le classement de sortie toutes les notes obtenues pendant deux années, que se fait la répartition des carrières. Voilà la vraie manière, non pas de supprimer, mais de restreindre l'influence de l'examen qui décide en trop peu de temps de tout un avenir, de la combiner avec celle d'un travail prolongé, au lieu de laisser à l'examen le rôle décisif, qu'il aurait seul dans un concours d'entrée aux Ecoles d'application.

Vous émettez l'avis qu'il serait possible de concilier l'existence de l'Ecole Polytechnique avec l'ouverture des écoles d'application aux élèves des Facultés. Je conçois difficilement comment on pourrait combiner l'influence des notes acquises en cours d'études à l'Ecole Polytechnique, avec un concours entre ses élèves et des jeunes gens qui n'auraient pas reçu ces notes. Une pareille combinaison est admissible pour un examen; vous la proposez, avec raison, pour les élèves des lycées, en ce qui concerne le baccalauréat. Elle ne me paraît pas admissible pour un concours, car l'inégalité qui en résulterait, entre les concurrents, soulèverait bien vite un tolle qui la ferait disparaître. Or, il ne faut pas oublier que, pour les places d'ingénieur de l'Etat, dont le nombre est limité, c'est nécessairement d'un concours qu'il s'agit, non d'un examen.

A cela, on objectera que le recrutement des professeurs occupant certains emplois par un concours d'agrégation, auquel préparaient à la fois l'École Normale et les Universités, a longtemps subsisté. Oui, il a subsisté, tant que, pratiquement, il n'a été ouvert qu'aux normaliens et aux professeurs en exercice, c'est-à-dire aux élèves d'une école spéciale et au personnel déjà engagé dans la carrière. Du jour où les Facultés se sont organisées en vue de la préparation systématique, à l'agrégation, de jeunes gens n'appartenant pas au corps enseignant, une évolution a commencé, dont on vient de voir l'aboutissement logique, l'absorption de l'École Normale par l'Université de Paris.

Je n'entends pas discuter ici cette absorption; mais vous nous disiez l'autre jour vous-même que vous ne la conceviez pas pour l'Ecole Polytechnique, qu'une Ecole militaire n'aurait que faire à la Sorbonne. C'est donc bien de la suppression pure et simple de l'Ecole Polytechnique, et non de son rattachement à l'Université, qu'il s'agirait, le jour où l'on croirait avoir rendu son enseignement particulier inutile, en organisant dans les Facultés la préparation aux Ecoles techniques. Il pourrait subsister une Ecole spéciale militaire; il n'y aurait plus une École Polytechnique, préparant à des carrières civiles et militaires multiples et subordonnant le choix entre elles à un concours permanent de deux années.

II

L'éventualité de cette disparition peut-elle être envisagée autrement que comme un immense péril pour la culture scientifique en France? Voilà la question véritable.

Je n'insisterai pas sur les objections très sérieuses que l'on pourrait présenter contre la substitution de l'enseignement universitaire, même adapté aux besoins des futurs ingénieurs, à celui de l'Ecole

Polytechnique. La supériorité du premier fût-elle incontestable, on pourrait encore douter qu'il soit bon de le laisser subsister seul, de supprimer toute diversité dans le mode de formation des jeunes intelligences. L'un des arguments qu'invoquent souvent les partisans des écoles rivales de celles de l'État, c'est qu'il n'est pas bon de couler tous les cerveaux dans le même moule. N'est-ce point leur fournir une arme puissante, que de montrer l'Etat visant à l'uniformité absolue, et enclin à supprimer celles de ses propres écoles qui constituent des moyens différents des moyens ordinaires, pour arriver à des buts voisins? A côté de la vie libre de l'étudiant, travaillant à ses heures sans autre sanction que le succès de fin d'année, dont je ne méconnais pas les avantages, n'y a-t-il pas quelqu'intérêt à conserver une autre discipline, qui a aussi les siens, sous laquelle des jeunes gens internés sont moins exposés à des entraînements funestes au travail.

Ce seraient là des considérations dont on devrait tenir grand compte, même si l'on croyait que le système que vous indiquez dût avoir pour résultat unique de substituer les cours des Facultés à ceux de l'Ecole Polytechnique. Mais, en fait, ce n'est point ainsi que les choses se passeraient. Le point capital, sur lequel je n'ai aucun doute, c'est que le résultat de ce système serait, non de substituer un mode de culture à un autre, mais de faire disparaître celui qui serait supprimé, sans le remplacer.

Le jour où l'enseignement que donne aujourd'hui l'Ecole Polytchnique ne sera plus donné *par elle*, il ne sera plus donné *nulle part* aux neuf dixièmes de ceux qui le reçoivent aujourd'hui. Il ne le sera plus, parce qu'il lui manquera, à la fois, les *candidats* et les *débouchés*.

Les candidats, d'abord. Vous savez, comme moi, que, pour la grande majorité d'entre eux, le but n'est pas d'entrer dans telle ou telle carrière, mais d'entrer à l'Ecole Polytechnique. A l'âge où l'on commence à s'y destiner, les vocations décidées sont rares; mais les aptitudes scientifiques se dessinent, et toute l'ambition de la plupart des familles où un enfant en manifeste, c'est de faire de cet enfant un polytechnicien. Simple affaire de prestige, sans doute; mais prestige justifié par le passé de l'Ecole, et qu'en tout cas il ne dépend de personne de transférer à un autre titre. On sait, d'ailleurs, que celui-là conduira à une carrière assurée, et que, si le jeune homme sortant de l'Ecole n'est pas satisfait de celles que son rang de classement lui permettrait de prendre, il pourra, en donnant sa démission, trouver dans d'autres fonctions publiques, dans l'industrie, dans la science, des débouchés pour lesquels ce fameux prestige ne sera pas sans ajouter quelque chose aux avantages des connaissances acquises.

Au point de vue démocratique, auquel vous faites allusion, les études universitaires seront toujours loin d'offrir un équivalent à l'Ecole Polytechnique, précisément parce qu'au terme du séjour dans cette École, il y a une carrière assurée. Beaucoup de polytechniciens appartiennent à des familles sans fortune, et c'est seulement grâce à des bourses que plus de la moitié d'entre eux ont pu arriver à l'Ecole et y faire leurs deux années. Sans doute, les bourses pourraient les mener de même à la licence es-sciences, à condition que le taux en fût relevé. Mais la licence n'est pas un gagne-pain assuré, et, même avec des bourses, poursuivre jusqu'à vingt-deux ans des études théoriques, pour avoir à cet âge à chercher une carrière, est un luxe interdit à beaucoup de jeunes gens.

C'est pourquoi, si cette voie remplaçait l'École Polytechnique, ceux-là seuls la suivraient, qu'une vocation caractérisée appellerait à prendre la science ou l'enseignement comme but de leur existence. Les autres chercheraient à entrer, qui dans une École spéciale militaire, qui dans une École technique d'accès facile, qui même dans un de ces postes de début qu'on obtient sans diplôme, pour arriver le plus tôt possible à gagner leur vie; ils ne s'exposeraient pas à rester sans carrière à vingt-deux ou vingt-trois ans, après avoir poursuivi aussi tard des études scientifiques qui ne les mèneraient à rien, s'ils échouaient à celle des écoles techniques supérieures qui aurait été leur objectif.

Il est vrai qu'il dépendrait de l'État d'imposer ce sacrifice, malgré le caractère aléatoire de son but, à ceux qui aspireraient aux emplois dont il dispose; il n'aurait qu'à exiger d'eux des diplômes ou des connaissances scientifiques d'un ordre élevé. Mais l'État le ferait-il? Cela est au moins douteux, et c'est pourquoi je disais plus haut que les débouchés manqueraient, non moins que les candidats.

C'est qu'en effet il faudrait ignorer le mouvement actuel de l'opinion pour ne pas voir que, si le recrutement des corps d'ingénieurs civils et militaires cesse de se faire par l'École Polytechnique, ce ne sera pas par les Facultés qu'il se fera, c'est par le rang, ou par des écoles d'une valeur scientifique inférieure.

Nous n'entendons certes pas contester que, dans les corps d'ingénieurs de l'État comme dans les armes spéciales, le recrutement par le rang doive avoir sa place et sa large place. S'il faut absolument qu'une partie notable des emplois soit occupée par des hommes ayant reçu une culture scientifique supérieure, il n'est pas nécessaire que tous le soient. Il est bon que le conducteur des Ponts et Chaussées, le sous-officier, chez qui une instruction

moins élevée, mais suffisante à la plupart des besoins de la pratique, s'unit à l'expérience du service, puissent arriver en nombre assez grand au grade d'ingénieur ou d'officier. Cela se fait déjà dans une assez forte proportion ; cela peut se faire davantage, et nous sommes nombreux, parmi les anciens polytechniciens, à croire qu'il faut ouvrir plus largement encore qu'aujourd'hui nos diverses carrières à ceux de nos collaborateurs qui y sont aptes. Il faut le faire, non pas en instituant à leur usage des examens qui, même si on en abaisse le niveau, resteront inaccessibles au véritable praticien, mais en appelant celui-ci par le choix aux grades supérieurs, quand il s'en montre digne — et, au point de vue militaire, en cherchant les moyens de retenir au régiment, comme officiers, une partie des sous-officiers d'élite qui trouvent aujourd'hui, dans les fonctions d'officier d'administration d'artillerie ou du génie, des avantages supérieurs.

Seulement, ce n'est pas de cela que se contenteront ceux pour qui l'utilité de la haute culture, dans toutes les carrières qui touchent aux applications des sciences, est une conception surannée. Ce qu'ils demandent, c'est que l'entrée dans la carrière par les emplois les plus modestes soit la condition de l'accès des hauts grades. S'ils admettent des examens, pour l'obtention de ces grades, c'est à la condition qu'ils ne dispenseront pas de passer par le rang. Ils ne comprennent pas que ce passage par le rang est pratiquement incompatible avec de fortes études portant sur des connaissances théoriques, et que les examens subis en cours de carrière ne peuvent faire à la culture scientifique qu'une place insuffisante.

Or, il ne faut pas se dissimuler que ces conceptions et ces aspirations trouvent auprès de beaucoup de personnes un accueil favorable. Deux influences disposent l'opinion à les bien accueillir : d'une part, les tendances utilitaires, qui font considérer comme superflu tout ce qui n'a pas une application immédiate ; de l'autre, la fausse démocratie, qui traite de privilège tout avantage fait à la culture générale et qui méconnaît cette vérité essentielle, que la seule manière d'ouvrir à tous l'accès des hauts emplois, sans abaisser le niveau intellectuel de ceux qui les occupent, c'est, non pas de supprimer les écoles et les diplômes, mais de les rendre accessibles par des bourses aux enfants des familles les plus modestes, s'ils en sont dignes.

De là viennent ces projets, dont le Parlement a été incessamment saisi depuis des années, et qui tendent à établir l'unité d'origine des officiers, le recrutement exclusif des ingénieurs parmi les conducteurs des Ponts et Chaussées. Si ces projets n'ont pas abouti jusqu'ici, c'est en grande partie grâce à la situation acquise de l'École Polytechnique, à son prestige, aux services qu'elle a rendus, au souvenir des hommes éminents qu'elle a produits, à l'attachement filial qu'ont gardé pour elle ceux qui en sont sortis. Le jour où elle disparaîtrait, la plus grande force qui résiste à ce qu'a d'excessif la poussée d'en bas disparaîtrait avec elle.

Ce jour-là, soyez-en convaincu, ce n'est pas aux Facultés que le Ministre de la Guerre demandera des officiers d'artillerie ou du génie, que d'ailleurs il n'y trouverait guère ; il les prendra à Saint-Cyr, ou parmi les sous-officiers, s'ils peuvent fournir assez de candidats. Ce n'est pas non plus aux Facultés que le Ministre des Travaux publics prendra ses ingénieurs ; ce sera peut-être à l'École Centrale ; ce sera bien plutôt parmi les conducteurs, qui formeront plus facilement que les sous-officiers une pépinière pour les emplois supérieurs, et qui ne se les laisseront pas disputer par de nouveaux venus. Peut-être, pour quelques emplois spéciaux, où la nécessité de connaissances scientifiques apparaît avec trop d'évidence pour être méconnue, exigera-t-on des diplômes universitaires ou une préparation spéciale. Mais, sauf de rares exceptions, ce ne seront pas des jeunes gens ayant acquis ailleurs les mêmes connaissances qui remplaceront les polytechniciens, ce seront des hommes dépourvus de ces connaissances.

Ce n'est pas à vous qu'il est besoin d'expliquer le préjudice incontestable qui en résulterait, pour les corps d'ingénieurs civils et militaires de l'Etat, et ce n'est pas l'intérêt des services que ces corps assurent qui est en cause ici ; l'objet en question, c'est l'enseignement supérieur des sciences. Eh bien, à ce point de vue, ce qui disparaîtrait, avec l'Ecole Polytechnique, ce n'est pas seulement la part de cet enseignement supérieur qui y est aujourd'hui donnée, et qui ne retrouverait pas ailleurs la même clientèle ; c'est aussi une grande partie du travail qui se fait, principalement en vue de l'Ecole Polytecnique, dans les classes d'élémentaires supérieures et de spéciales ; c'est une bonne part aussi de la valeur scientifique des études dans toutes les Ecoles d'ingénieurs, que l'obligation de suivre l'Ecole Polytechnique, de se recruter comme elle dans les classes de Mathématiques spéciales, de présenter des programmes pas trop inférieurs aux siens, maintient aujourd'hui à un niveau qui fait si grand honneur à notre pays.

Voilà pourquoi je considère la cause de l'Ecole Polytechnique comme celle même de la haute culture scientifique en France. Avec la part de plus en plus large que l'on fait, et qu'il faut faire, au recrutement par le rang, je n'aperçois pas la possibilité de réserver aux étudiants des Universités une part appréciable des emplois civils auxquels elle conduit, sans réduire la proportion déjà insuffisante de ces emplois, à la sortie de l'Ecole, dans une

mesure qui équivaudrait à sa transformation en une Ecole exclusivement militaire, c'est-à-dire à sa suppression. Aux yeux de beaucoup de Français, cette suppression serait un malheur national et une déchéance intellectuelle.

Cela ne veut pas dire que l'Ecole Polytechnique n'aurait pas à gagner à entrer un peu plus en contact avec l'Université. Dans la préparation des programmes, comme dans le recrutement des professeurs et des examinateurs, beaucoup d'entre nous pensent qu'il serait utile de faire une plus grande part aux professionnels de l'enseignement. Nous croyons qu'il y a tout avantage à ce que le Ministère de la Guerre, de qui relève l'Ecole, fasse largement appel aux lumières, non seulement des ministères à qui elle fournit une partie de leurs agents, mais aussi du personnel enseignant qui prépare les candidats dans les lycées, et des foyers de la science qui sont les Facultés.

Seulement, pour que l'Ecole Polytechnique s'appuie avec confiance sur l'Université, lorsqu'il s'agit de régler ses programmes d'entrée et d'enseignement, de recruter son personnel, de servir ensemble la cause commune de la haute culture, il faut qu'elle soit bien sûre que, dans ses avis, l'Université ne sera pas inspirée par l'arrière-pensée de l'absorber.

C'est parce que je suis sûr, mon cher Doyen, que tel n'est pas votre but, que j'abrite avec confiance ces quelques réflexions sous votre haute autorité.

Votre très dévoué.

C. Colson,
Conseiller d'État.

LES RECHERCHES EXPÉRIMENTALES SUR L'HÉRÉDITÉ MENDÉLIENNE

Nos connaissances sur l'Hérédité ont fait récemment de tels progrès qu'il m'a paru intéressant de résumer les recherches nouvelles; pour la première fois, en partant des données expérimentales, elles ont permis d'introduire dans les phénomènes héréditaires la précision mathématique et la possibilité de prévoir, là où l'on ne voyait que hasard et caprice; elles ont permis d'interpréter de la façon la plus claire un grand nombre de cas d'hérédité, auxquels ne s'applique pas du tout la loi empirique de Galton, qui, pendant un temps, a été présentée comme une solution universelle. Bateson va jusqu'à dire, et ce n'est pas exagéré à mon sens, que les expériences fondamentales de Mendel sont dignes de prendre place à côté de celles qui servent de base à la Chimie atomique.

Par une singulière rencontre, trois botanistes, Correns, De Vries et Tschermak, en même temps et indépendamment les uns des autres, ont publié en 1900 des recherches expérimentales sur l'hybridation, qui, dans l'ensemble, confirment celles qu'un moine augustin, Gregor Mendel, avait faites, quarante ans auparavant, dans le jardin de son cloître de Brünn. Les deux publications de Mendel (parues en 1866 et 1870), aussi remarquables par leur précision que par leur géniale simplicité, ont été insérées dans un recueil local peu répandu, et sont restées tout à fait ignorées, de sorte qu'elles n'ont exercé aucune influence sur le développement des théories de l'hérédité, comme celle de Weismann, pour ne citer que la plus célèbre, ni sur la recherche empirique des lois de l'hérédité, basée sur l'interprétation de statistiques, suivant la méthode de Galton.

Ces expériences d'hybridation ont non seulement résolu quelques problèmes d'hérédité et révélé le fait inattendu de la disjonction des caractères dans les gamètes; mais, de plus, elles ouvrent une voie féconde et sûre qui ne peut manquer de donner encore des résultats intéressants, tant pour la théorie que pour la pratique de l'élevage.

Dans cet article, je m'occuperai seulement du mode héréditaire le plus intéressant, que l'on connaît maintenant avec une précision suffisante : celui des caractères dits *mendéliens*, ainsi nommés en l'honneur du clairvoyant biologiste qui les a si bien étudiés.

I. — Étude des monohybrides.

§ 1. — Souris.

L'exemple le plus simple et le plus convaincant est celui des Souris (*Mus musculus* L.) : les Souris grises, prises à l'état sauvage, et les Souris albinos, que l'on trouve facilement chez les marchands, sont deux formes qui reproduisent volontiers ensemble, à condition que l'on prenne comme mâle une Souris grise; en captivité, les femelles grises restent généralement stériles. Ces deux formes diffèrent par un caractère très net : chez les Souris blanches, il ne se développe aucune matière colorante, ni dans les poils, ni dans les membranes de

l'œil; aussi le pelage est-il d'une éclatante blancheur, teinte due aux lacunes aérifères des poils, tandis que les yeux sont d'un beau rouge vif, teinte du sang. Au contraire, les Souris grises sont pigmentées : les yeux sont noirs, par suite de la présence de grains pigmentaires dans la choroïde, l'iris, l'épithélium interne de la rétine; le pelage a une teinte générale grise, plus claire sous le ventre, due à la superposition de trois teintes, du blanc (lacunes aérifères des poils), du noir et du jaune, logées sous forme de grains pigmentaires dans l'écorce et la moelle des poils. Il n'existe aucun intermédiaire entre la Souris grise et l'albinos; le caractère qui les différencie est tranché, très facile à reconnaître, et il est tout indiqué d'utiliser ces deux variétés pour une étude expérimentale de l'hérédité.

Naturellement, il doit y avoir une différence entre le plasma germinatif (œuf ou spermatozoïde) d'une Souris grise et celui d'une Souris albinos, sans doute une différence qui porte sur la constitution chimique d'une ou plusieurs de leurs substances constituantes. Appelons respectivement A et *a* les plasmas germinatifs de la Souris grise et de l'albinos, sans faire aucune hypothèse sur cette différence et sur les substances qu'elle affecte.

1. *Croisement entre les deux variétés.* — Quand on croise une albinos femelle par une grise mâle (le seul croisement qui réussisse facilement, comme je l'ai dit plus haut), on obtient *toujours, sans exception*, des petits gris, identiques au père ; ces hybrides ne montrent visiblement aucune trace de la particularité maternelle. Le caractère A (présence de pigment) étant seul exprimé chez l'hybride, on dit qu'il est *dominant* par rapport au caractère *a* (absence de pigment) ; ce dernier est *dominé* ou *récessif*.

Cela n'est pas nouveau; il y a longtemps qu'on connaît des hybrides végétaux ou animaux qui montrent seulement l'un des caractères parentaux à l'exclusion de l'autre : c'est ce que Lucas appelait *l'hérédité par élection*, et Pearson *l'hérédité exclusive*; de tels hybrides sont appelés *unilatéraux* par De Vries.

Bien que nous ne sachions pas ce qu'est devenu le caractère dominé, appelons $(A+a)$ l'œuf fécondé qui donnera naissance à l'hybride gris.

2. *Croisement des hybrides.* — Maintenant, croisons entre eux les hybrides gris : cette fois, leur progéniture n'est plus uniforme; elle comprend une majorité de Souris grises, identiques à leurs père et mère et aux grands-pères, et une minorité d'albinos, identiques à leurs grand'mères. Le caractère *a*, qui avait en apparence disparu chez les hybrides, reparaît maintenant dans toute sa force.

Si l'on a obtenu un nombre considérable de portées, on s'aperçoit qu'il y a un rapport numérique constant entre le nombre des gris et celui des albinos : toujours 3 gris pour 1 albinos. Par exemple, j'ai obtenu, de croisements entre hybrides gris, 270 petits, qui comprenaient 198 gris et 72 albinos; or, 198 et 72 sont à peu près dans la proportion de 3 à 1; il y a 6 albinos de trop, écart tout à fait insignifiant, qui se serait atténué ou aurait changé de sens si l'expérience avait été continuée plus longtemps.

Pour expliquer la réapparition du caractère dominé chez les descendants des hybrides, et le dimorphisme de ceux-ci, Mendel et Naudin, mais le premier avec beaucoup plus de précision que le second, ont pensé que les supports matériels des deux caractères A et *a*, juxtaposés dans l'œuf fécondé d'où sortira l'hybride, et sans doute aussi dans les cellules somatiques de celui-ci, *se disjoignent* dans les gamètes de l'hybride ; la moitié des gamètes ne renfermerait donc en puissance que le caractère A, l'autre moitié, que le caractère *a*. Quand on croise les hybrides entre eux, les gamètes du père et de la mère peuvent se combiner de quatre façons différentes, aussi probables l'une que l'autre :

$$A+A, \qquad A+a, \qquad a+A, \qquad a+a.$$

Dans les trois premiers cas, le produit présentera le caractère dominant A (le gris s'il s'agit de Souris); dans le quatrième, le caractère dominé *a* (albinos). Cette hypothèse explique donc bien le rapport constant de 3 à 1, que nous avons signalé plus haut. Mais on peut poursuivre la démonstration : si la théorie est exacte, il est évident que l'albinos $(a+a)$ ne renferme pas trace du caractère gris A, bien que ses deux parents et ses deux grands-pères aient été gris; quant aux trois autres, il y en a un $(A+A)$, qui ne renferme pas trace du caractère dominé *a*, et qui est tout à fait identique comme constitution germinale à une Souris grise sauvage, tandis que les deux autres $(A+a$ ou $a+A$, ce qui est la même chose) sont des hybrides, identiques à ceux de la première génération.

Nous allons vérifier séparément ces quatre points : Les albinos $(a+a)$, croisés entre eux, donnent toujours, sans exception, des albinos, sans que jamais réapparaisse le caractère gris. Quant aux gris, comme il est impossible de distinguer extérieurement les $(A+A)$ des $(A+a)$, on peut opérer de la façon suivante : tous les gris à essayer sont croisés chacun avec un albinos; or, deux tiers d'entre eux donnent dans les portées un mélange de gris et d'albinos, ce qui prouve que ces gris renfermaient à l'état dominé un caractère *a*, puisque la combinaison $(a+a)$ a pu se former; conformément aux

probabilités, il y a exactement autant de petits gris que d'albinos. Au contraire, un tiers de gris donne des portées uniquement composées de gris; ils ne renfermaient donc pas le caractère *a*.

On peut faire d'autres vérifications : croiser, par exemple, les descendants d'hybrides avec des Souris grises sauvages; conformément à la théorie, on n'obtient que des petits gris, tantôt de formule A + A, tantôt de formule A + *a*.

On peut exprimer tous ces croisements dans les trois schémas suivants; le caractère récessif est placé entre parenthèses, et j'ai supprimé le signe + dans les formules individuelles :

Parents	A *a*	A *a*	A *a*	A *a*
	∨	∨	∨	∨
1re génération .	A *a*)	A(*a*)	A(*a*) A	A(*a*) *a*
2e génération .	$\underbrace{AA + 2A(a)}_{3} + \underbrace{aa}_{1}$		$\underbrace{AA + A(a)}_{2}$	$\underbrace{A(a)}_{1} + \underbrace{aa}_{1}$

Les expériences donnent des résultats d'une telle constance et la prévision numérique est tellement certaine qu'il ne peut y avoir aucun doute sur la réalité du phénomène de la disjonction. Ce n'est plus une hypothèse, mais bien un fait réel (*Spaltungsgesetz* de De Vries, *liquation* de Coutagne).

La disjonction des caractères dans les gamètes des hybrides permet de prévoir et de comprendre certains faits, qui paraissent paradoxaux au premier abord : Appelons 1/2 sang, à l'exemple des zootechniciens, la Souris grise (A + *a*) issue du croisement entre gris sauvage et albinos; ce 1/2 sang, accouplé avec un albinos, donne des albinos et des grises qui ont 3/4 de sang blanc; une grise 3/4 de sang, accouplée avec un albinos, donne des albinos et des grises qui ont 7/8 de sang blanc, etc. J'ai poussé l'expérience jusqu'au dixième croisement, qui fournit des grises ayant $\frac{1.023}{1.024}$ de sang blanc. Or, s'il y a bien disjonction des caractères, on a croisé à chaque fois des gamètes à caractère *a* (ceux de l'albinos) par des gamètes A et *a* (ceux de l'hybride gris), de sorte qu'on a beau introduire d'une façon répétée du sang blanc, pour parler le langage zootechnique, on obtient toujours, en nombre égal, des (A + *a*) et des (*a* + *a*); le sang gris n'est affaibli en rien. C'est bien ce que montre l'expérience.

Une Souris albinos, dont les ancêtres, pendant un nombre de générations aussi grand qu'on vou-

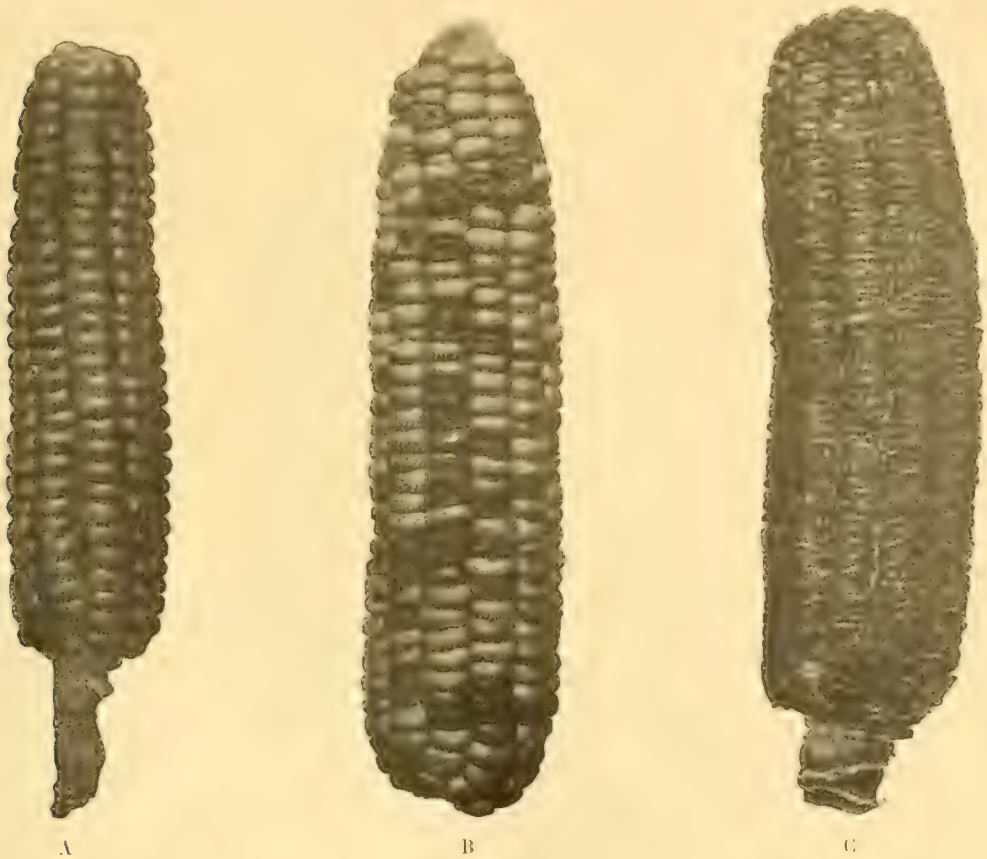


Fig. 1. — *Hybridation du Zea Mays.* — A et C sont les épis de deux races différentes, A à albumen amylacé, C à albumen renfermant, au lieu d'amidon, du sucre et de la dextrine. B, épi d'un hybride entre ces deux races, après auto-fécondation. On voit facilement que les trois quarts des grains sont lisses et amylacés et que un quart des grains sont sucrés et ridés. (De Vries, *Mutationstheorie*, t. II, p. 150, 1902.)

dra, ont été gris (A + *a*), est cependant un albinos de race absolument pure, qui ne présentera jamais d'atavisme gris ; en croisant deux Souris grises hybrides, renfermant chacune $\frac{n-1}{n}$ de sang blanc, *n* étant aussi grand qu'on voudra, on pourra obtenir des grises de race absolument pure (A + A), qui ne présenteront jamais de retour à l'albinisme.

J'ai tenu à accumuler les preuves, afin qu'il ne puisse rester aucun doute sur la réalité du phénomène, intéressant et inattendu, de la disjonction, dont, désormais, toutes les théories de l'hérédité devront tenir compte dans leurs essais d'explication.

§ 2. — **Maïs.**

Voici un autre exemple de caractère mendélien rencontré dans le règne végétal, dont nous devons l'étude à De Vries. Il existe deux formes de *Zea Mays* L., qui se distinguent l'une de l'autre par la constitution chimique des réserves de l'albumen des grains : dans le Maïs ordinaire, la réserve est formée d'amidon ; dans le Maïs sucré, elle est constituée par du sucre et de la dextrine. A l'état sec, on distingue facilement les épis des deux variétés (fig. 1) : les grains à amidon A restent lisses, tandis que ceux du Maïs sucré C se rident en se desséchant. Désignons les deux caractères antagonistes par les lettres A et *a*.

De Vries féconde les fleurs femelles de la variété sucrée avec du pollen de la variété amylacée ; pour comprendre ce qui se passe, je rappellerai brièvement le phénomène de la double fécondation des Angiospermes : le sac embryonnaire renferme en haut une oosphère ou gamète femelle, porteur du caractère *a* ; au centre, se trouve le noyau de l'albumen qui provient de la fusion de deux noyaux polaires ; il est aussi porteur du caractère *a*. Le tube pollinique renferme deux noyaux ou gamètes mâles, qui sont l'un et l'autre porteurs du caractère A. Il y a double fécondation de l'oosphère et du noyau de l'albumen ; nous verrons plus tard, en plantant la graine, ce que donnera l'oosphère fécondée ; quant à l'albumen, il évolue toujours, sans exception, en albumen amylacé : le caractère amylacé est donc *dominant* sur le caractère sucré.

Ces graines sont plantées et donnent naissance à des Maïs hybrides (A + *a*). On laisse l'autofécondation s'opérer, et on l'obtient sur chaque pied des épis mixtes qui renferment visiblement un quart de grains ridés (sucrés) contre trois quarts de grains lisses (amylacés) (fig. 1, épi B).

Il est facile d'interpréter l'expérience : au moment de la formation du sac embryonnaire dans les fleurs femelles, et des cellules mères du pollen dans les fleurs mâles, il y a eu disjonction des caractères A et *a* : la moitié des sacs embryonnaires et la moitié des grains de pollen sont porteurs du caractère A, l'autre moitié du caractère *a*. Il y a donc, comme pour les Souris, quatre combinaisons possibles :

Fécondation d'un albumen	A	par un noyau mâle	A = A + A
—	—	A	—	*a* = A + *a*
—	—	*a*	—	A = *a* + A
—	—	*a*	—	*a* = *a* + *a*

Comme A est dominant par rapport à *a*, l'épi comprendra donc finalement trois grains à albumen amylacé et qui resteront lisses, contre un grain à albumen sucré, qui sera ridé.

Si l'on féconde les fleurs femelles du Maïs hybride (A + *a*) par du pollen de Maïs sucré (*a*), on aura

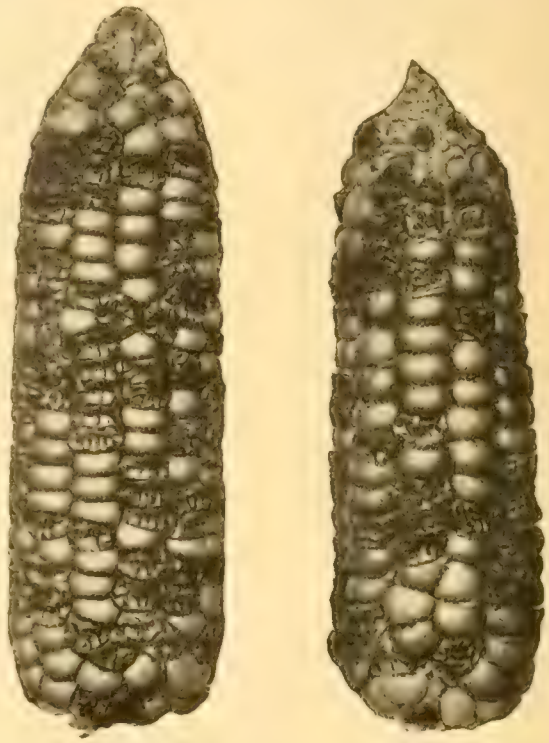


Fig. 2. — *Epis d'hybrides entre maïs à albumen amylacé et albumen sucré, fécondés par le pollen de maïs sucré.* — La moitié des grains sont amylacés (lisses), l'autre moitié sucrés (ridés). (D'après de Vries.)

des épis qui comprendront autant de grains lisses (A + *a*) que de grains ridés (*a* + *a*) (fig. 2).

Enfin, si on plante les graines ridées d'un Maïs hybride, on constate que leur descendance ne possède en puissance que le caractère dominé *a*, conformément à la formule théorique. Le couple de caractères albumen amylacé-albumen sucré se comporte donc exactement comme le couple de caractères coloration grise-albinisme chez la Souris.

II. — Étude des polyhybrides.

Dans les deux exemples que je viens de développer, je n'ai envisagé que des formes qui diffèrent

par un caractère unique, de telle sorte que leur croisement donne naissance à un *monohybride*, suivant l'expression de De Vries. L'étude des di-, tri-, polyhybrides, c'est-à-dire des produits du croisement de deux formes qui diffèrent par 2, 3,.. *n* caractères, nous apprendra encore des faits intéressants.

§ 1. — **Souris.**

Les Souris valseuses du Japon possèdent la singulière propriété de se déplacer en valsant, la locomotion en ligne droite leur étant interdite, très probablement par suite d'une variation de structure, encore inconnue, dans leur système nerveux central ; il n'y a pas chez ces Souris de malformation congénitale de l'oreille interne (absence de deux canaux semi-circulaires), comme on l'a cru pendant longtemps.

Si l'on croise des Souris valseuses par des Souris qui présentent le mode normal de locomotion, on obtient constamment, sans exception, des Souris qui se déplacent normalement ; le caractère de locomotion rectiligne, que j'appellerai B, est donc dominant par rapport au caractère valseur *b*. Les hybrides (B + *b*), croisés entre eux, fournissent une majorité de non valseurs contre une minorité de valseurs, dans le rapport de 3 à 1. Sur 44 Souris provenant d'un tel croisement, 36 ne valsent pas et 8 valsent (von Guaita), ce qui se rapproche très suffisamment des chiffres théoriques prévus par la règle de Mendel, 33 et 11.

Procédons maintenant au croisement de deux variétés de Souris, l'une AB, grise à mode de locomotion normal, l'autre *ab*, albinos et valseur. Les hybrides de première génération, de formule (AB + *ab*), sont tous semblables et reproduisent identiquement le parent AB, puisque les caractères *a* et *b* sont dominés. Les hybrides (AB + *ab*), croisés entre eux, donnent une seconde génération remarquablement polymorphe, mais dont les différents membres présentent entre eux des rapports numériques parfaitement définis.

Sur 16 petits, il y a :

9 gris non valseurs	3 albinos non valseurs	= 12 non vals.
3 gris valseurs	1 albinos valseur	= 4 valseurs.
12 gris.	4 albinos.	

Voici maintenant l'interprétation mendélienne : dans les gamètes des hybrides (AB + *ab*), il y a eu disjonction des caractères, chaque couple de caractères se comportant tout à fait indépendamment de l'autre ; il est facile de comprendre que les glandes génitales de chaque hybride renferment en nombre égal quatre types de gamètes : AB, A*b*, *a*B, *ab*. Lors de la fécondation, ces quatre types peuvent se combiner de neuf façons différentes, comme le montre le tableau suivant :

AB + AB = AB 2 (AB + A*b*) = 2 AB*b* 2 (AB + *a*B) = 2 A*a*B 2 (AB + *ab*) 2 (A*b* + *a*B) = 4 A*a*B*b*	9 gris non valseurs.
A*b* + A*b* = A*b* 2 (*ab* + A*b*) = 2 A*ab*	3 gris valseurs.
*a*B + *a*B = *a*B 2 (*ab* + *a*B) = 2 *a*B*b*	3 albinos non valseurs.
ab + *ab* = *ab*	1 albinos valseur.

Il y a quatre combinaisons (AB, A*b*, *a*B, *ab*) qui sont représentées chacune une fois, et qui sont des *formes constantes* qui ne varieront plus : deux sont identiques aux ancêtres des hybrides, les deux autres sont nouvelles. Il y a quatre combinaisons (AB*b*, *a*B*b*, A*ab*, A*a*B), représentées chacune deux fois, qui renferment un caractère constant, et un couple qui prêtera encore à la disjonction. Enfin il y a une combinaison (A*a*B*b*), représentée quatre fois, qui est identique aux hybrides de la première génération.

Non seulement les prévisions théoriques sont vérifiées par l'expérience, mais on peut se convaincre par des essais subséquents que les petits ont bien la formule héréditaire que leur assigne la théorie.

Les expériences avec des trihybrides (Souris, Pois) donnent encore les mêmes résultats qu'on peut exprimer d'une façon générale : Si *n* représente le nombre des couples de caractères différentiels non corrélatifs, obéissant aux règles mendéliennes, la disjonction des caractères dans les cellules génitales des hybrides donne 2^n gamètes différents ; ces 2^n gamètes formeront, lors de la fécondation, 3^n combinaisons différentes, parmi lesquelles 2^n sont des variétés fixes et désormais constantes. Le nombre des variétés *nouvelles* créées par ce croisement, et dues à un arrangement nouveau des caractères, est naturellement de $2^n - 2 = 2^{n-1}$.

Mais ce qu'il est surtout intéressant de retenir, c'est que *les caractères peuvent s'hériter indépendamment les uns des autres* ; chez l'hybride, les caractères paternels ne restent pas liés ensemble, pas plus que les caractères maternels ; il se fait dans les cellules génitales un brassage des différents caractères, de telle sorte que chacune d'elles reçoit un échantillon *complet* de caractères, tantôt d'origine paternelle ou maternelle, tantôt d'origine variée, conformément aux règles de la probabilité, sans qu'aucun caractère soit représenté deux fois dans une même cellule.

Quant à expliquer plus intimement le phénomène de la disjonction, et comment le support matériel d'un caractère peut se substituer à son homologue, je m'avoue tout à fait incapable de le faire. Qu'il nous suffise actuellement de savoir

que l'interprétation et la notation mendéliennes sont strictement adéquates aux résultats expérimentaux, si bien qu'elles permettent de les annoncer d'avance.

§ 2. — Caractères corrélatifs.

L'expérience seule, quand elle est possible, peut nous apprendre si un caractère donné est indépendant des autres; en effet, il arrive très souvent qu'un certain nombre de caractères, séparables dans une description, forment au point de vue héréditaire un groupe inséparable qui se transmet tout entier : ainsi, dans les croisements de *Pisum arvense*, il y a quatre caractères qui s'héritent du même coup : fleurs rouges, taches rouge violet à la base d'insertion des feuilles, tégument de la graine jaune verdâtre avec ponctuation violette et écusson brun brillant (Tschermak); il est possible que ces caractères résultent du développement d'une ébauche unique du plasma germinatif, celle de l'anthocyane. Dans les croisements entre Souris albinos à yeux rouges et Souris pigmentées à yeux noirs, quelle que soit la couleur du pelage, grise, noire, jaune ou panachée, je n'ai jamais eu de séparation entre les poils colorés et les yeux noirs d'une part, le pelage blanc et les yeux rouges d'autre part : on peut concevoir que les deux premiers caractères sont des localisations ou modifications d'une matière colorante représentée par une ébauche unique dans le plasma germinatif, et que les deux seconds sont liés à l'absence totale de chromogène pigmentaire.

D'autres fois, il est plus difficile de comprendre la relation qui peut exister entre des caractères corrélatifs, par exemple les fleurs colorées et la pilosité des feuilles chez certains *Matthiola*; chez les Pommiers, d'après Beach, les fleurs de couleurs claires sont associées avec de petits fruits, les fleurs foncées avec de gros fruits. De même, dans l'exemple classique des Chats sourds à yeux bleus, il y a corrélation entre des caractères qu'aucun lien physiologique ne paraît réunir.

Lors de la disjonction des caractères dans les gamètes des hybrides, les caractères corrélatifs forment d'habitude un groupe non dissociable, qui se transmet tout d'une pièce; c'est ce que Correns appelle la disjonction *zygolytique*, par opposition à la disjonction *seirolytique* qui sépare les caractères indépendants.

§ 3. — Exemples de caractères mendéliens.

Les caractères qui suivent la règle de Mendel (dominance plus ou moins complète d'un caractère, puis disjonction dans les gamètes des hybrides) sont très nombreux, aussi bien chez les animaux que chez les plantes. En voici une liste très incomplète, qui suffit à montrer leur variété; le caractère dominant est indiqué en premier :

Mode normal de locomotion chez les Souris : Souris valseuse.
Rats et Souris à pelage uniforme : Pelage panaché de blanc.
Souris jaune : Souris grise, noire et albinos.
Souris grise : Souris noire.
Souris jaune, grise ou noire : Souris albinos.
Crête de Poule dite en pois ou en rose : Crête simple.
Vers à soie zébrés (race Jaune Var) : Vers non zébrés (race Blanc des Alpes).
Vers à soie moricauds (race Bagdad) : Races blanches.
Cobayes « abyssins » à poils raides : Pelage lisse des Cobayes normaux.
Dioïcité de *Bryonia dioica* : Monoïcité de *Bryonia alba*.
Citrus trifoliata (feuilles persistantes en hiver) : Espèces cultivées de *Citrus* (feuilles caduques en hiver).
Hyoscyamus niger bisannuel : *Hyosc. niger annuus* (annuel).
Papaver persistants : *Papaver* annuels.
Forme normale des fleurs d'*Antirrhinum majus* : Formes péloriques.
Linaria vulgaris (fleurs à éperon) : Fleurs sans éperon.
Orge à grains disposés en deux rangées : *Hordeum trifurcatum*, grains disposés sur quatre rangées.
Pilosité des feuilles (*Lychnis*, *Matthiola*) : Feuilles glabres.
Fruits recouverts de piquants (*Datura*) : Fruits sans piquants.
Chelidonium majus (feuilles lobées) : *Ch. laciniatum* à feuilles laciniées.
Graines lisses de pois : Graines anguleuses et ridées.
Épis sans barbes de Blé et Orge : Épis barbus.
Couleur jaune des cotylédons de pois : Cotylédons verts.
Zea Mays à albumen amylacé : Maïs à albumen sucré.
Solanum nigrum à baies noires : *S. nigrum chlorocarpum* à baies vert jaunâtre.
Papaver somniferum Mephisto (tache noire à la base des pétales) : *Pap. som. Danebrog* (tache blanche).
D'une façon générale les fleurs colorées : Variétés blanches ou bleuâtres.

L'hérédité mendélienne n'est pas le seul type héréditaire connu; il y en a d'autres; mais il paraît être très répandu dans les deux règnes, et je crois que lorsqu'on fera de nouvelles expériences et qu'on comprendra mieux les cas litigieux, son importance croîtra encore, surtout en ce qui concerne le phénomène capital de la disjonction des caractères dans les gamètes.

III. — Les théories sur l'hérédité confrontées avec les recherches expérimentales.

On a vu que les études expérimentales d'hybridation ont mis en lumière deux ordres de faits très intéressants : 1° les caractères peuvent s'hériter indépendamment les uns des autres; 2° quand un animal ou une plante contient en puissance des couples de caractères antagonistes, ceux-ci se disjoignent régulièrement, conformément aux probabilités, de telle sorte qu'un gamète pris en particulier ne contient en puissance que la moitié des couples.

Il est tout naturel de confronter avec ces résultats les connaissances cytologiques actuelles; les conceptions que l'on a tirées de ces dernières au sujet des processus héréditaires sont sans aucun doute hypothétiques, et nous aurons peut-être dans cette confrontation un moyen de contrôler ou de critiquer ces conceptions.

Je ne veux point passer en revue les très nombreuses théories basées sur l'hypothèse des particules représentatives, gemmules, plasomes, unités physiologiques, micelles, pangènes, idioblastes, biophores, mnémons, etc.; leur procès a été fait et bien fait. Mais, si la critique de ces systèmes est définitive, il faut avouer qu'on n'a rien proposé de bien satisfaisant à leur place.

Du reste, au point de vue particulier qui nous occupe, il n'y a guère que Wilson, Sutton et Boveri qui aient cherché des rapprochements entre nos connaissances cytologiques et les expériences sur l'hérédité mendélienne; aussi me bornerai-je à cette comparaison.

Pour Boveri et son École, qui représente en somme l'opinion moyenne, la plus volontiers acceptée par les biologistes, c'est la chromatine nucléaire qui est le support des caractères héréditaires. Il est à peine utile de rappeler que cette opinion, du reste très défendable, s'appuie surtout sur les faits suivants : il est incontestable qu'au point de vue héréditaire, le père et la mère ont une valeur égale, à tel point que, dans les croisements entre deux races, il est indifférent de savoir quelle est la race qui a fourni le gamète femelle, et celle d'où provient le gamète mâle. Or, les études cytologiques sur la fécondation nous ont appris avec certitude que les deux seules substances qui paraissent rigoureusement équivalentes à tous les points de vue, dans les deux gamètes, sont les chromatines des noyaux mâle et femelle qui se mélangent pour constituer la chromatine de l'œuf fécondé; en effet, le cytoplasme de ce dernier provient presque uniquement de la cellule femelle, tandis que le centre cinétique provient exclusivement de la cellule mâle.

De plus, les expériences de mérogonie et de parthénogénèse artificielle ont montré, avec une égale certitude, qu'un œuf femelle complet, non fécondé, de même qu'un cytoplasme femelle uni à un noyau mâle et au spermocentre, possèdent tout ce qu'il faut pour que l'organisme puisse se développer.

Boveri admet que les divers chromosomes des noyaux sexuels ont une valeur différente les uns des autres; en d'autres termes, qu'ils sont les supports de caractères différents. Appelons A, B, C, D..., les chromosomes paternels et *a*, *b*, *c*, *d*... les chromosomes maternels. Au moment de la fécondation, les deux noyaux se mêlent; la formule du zygote devient A + B + C + D... + *a* + *b* + *c* + *d*..., formule qui se transmet de cellule en cellule jusqu'aux cellules génitales primordiales de l'hybride. Sutton admet qu'au stade de synapsis, préparatoire à la maturation, il y a union bout à bout des chromosomes homologues de même sorte, c'est-à-dire qu'il y a constitution de chromosomes bivalents A*a*, B*b*, C*c*, D*d*... Or, au moment des divisions réductionnelles, il est évident que la position de ces chromosomes bivalents sur la région équatoriale du fuseau est purement une affaire de chance; tantôt c'est le bout maternel, tantôt le bout paternel qui regarde un pôle donné; toutes les combinaisons possibles d'orientation peuvent se réaliser à ce moment. Quand il y a division réductionnelle, les chromosomes bivalents se résolvent en leurs composants; telle cellule génitale reçoit *a*BCD, telle autre *abc*D, tandis que leurs cellules-sœurs ont reçu A*bcd*, ABC*d*, etc. Il y a évidemment 2^n combinaisons possibles, *n* représentant le nombre des chromosomes bivalents. Dans cette manière de voir, on conçoit facilement que chaque gamète reçoit un échantillon complet de toutes les sortes de chromosomes, c'est-à-dire toutes les substances nécessaires pour le développement, et par suite contient en puissance tous les caractères différentiels sous une forme unique, tandis que le zygote hybride les contenait en puissance sous deux formes antagonistes.

Lorsque les 2^n gamètes ainsi disjoints se rencontreront, ils pourront donner 3^n combinaisons différentes; par exemple, 3 combinaisons lorsqu'il n'y a qu'un caractère différentiel (Souris grise et Souris albinos), c'est-à-dire un couple de chromosomes différents; 9 combinaisons dans le cas de deux couples de chromosomes différents (Souris grise à marche normale et Souris albinos valseuse), etc.

Quand plusieurs caractères sont corrélatifs et s'héritent ensemble, c'est qu'ils étaient renfermés en puissance dans un seul et même chromosome et l'on comprend qu'il n'est pas nécessaire qu'il y ait entre eux une liaison anatomique ou physiologique.

Evidemment tout cela s'accorde bien — peut-être même trop bien — avec les résultats expérimentaux. Il ne semble pas, cependant, que la disjonction des caractères ait lieu au moment des divisions réductionnelles ou de maturation; ce que l'on sait du croisement Maïs amylacé par Maïs sucré s'y oppose. Quand on a fécondé les ovules d'un Maïs hybride par du pollen d'hybride, on constate que les grains qui ont un albumen sucré (caractère dominé) produisent des plantes qui possèdent en puissance seulement le caractère

sucré (Correns) : il est donc évident que les deux noyaux du tube pollinique, celui qui féconde l'oosphère et celui qui copule avec le noyau secondaire du sac embryonnaire, étaient porteurs du même caractère sucré ; il en est exactement de même pour le noyau de l'oosphère et le noyau secondaire, et comme ils proviennent tous deux du noyau unique de la cellule-mère du sac embryonnaire, celui-ci ne renfermait donc en puissance que le caractère sucré. Or le noyau de la cellule-mère du sac, lorsqu'il se divise, présente dès le début le nombre réduit de chromosomes (Guignard, chez le Lis). La disjonction est donc antérieure à la réduction numérique.

Le système de Sutton et Boveri, du reste très ingénieux, repose sur quatre hypothèses au moins : 1° la chromatine est le support des propriétés héréditaires ; 2° les divers chromosomes supportent des caractères différents, ou, en d'autres termes, ils ont une constitution chimique différente ; 3° il y a permanence des chromosomes, c'est-à-dire qu'à l'approche de chaque mitose, ils sont reconstitués par des particules identiques comme valeur chimique à celles qui constituaient les divers chromosomes du zygote ; 4° il y a attraction entre chromosomes homologues, au moment de la réduction numérique. Or, ces hypothèses sont purement spéculatives, et il est assez inutile de se prononcer pour ou contre elles, tant qu'on n'aura pas résolu ce problème capital : savoir si, oui ou non, c'est le noyau qui est *seul* le support des propriétés héréditaires ; ce qui revient à dire que les différences qui peuvent exister entre deux formes voisines, par exemple une Souris grise et une blanche, sont liées à des différences qualitatives ou quantitatives dans les substances du noyau, le cytoplasme ayant une constitution constante. Il faut que ce problème, dont la non-solution arrête tout progrès positif de la Biologie générale, soit résolu par voie expérimentale ; or, les expériences déjà tentées par Boveri, Seeliger et Morgan n'ont donné que des résultats contestables et peu concordants. Aussi toutes les théories sur l'Hérédité me paraissent-elles, pour l'instant, des exercices plus littéraires que scientifiques, ce qui ne les empêche pas d'être intéressantes.

L. Cuénot,
Professeur de Zoologie à l'Université de Nancy.

LA FRÉQUENCE DU POULS ET L'ÉLIMINATION URINAIRE

OLIGURIE ET TACHYCARDIE

I. — Par rapport a quoi varie le pouls?

Nous avons chacun un nombre personnel de pulsations par minute. Il diminue depuis l'enfance et sera plus restreint encore dans notre vieillesse. Ces variations, qui vont de 80 à 55, se font insensiblement, si bien que le médecin peut considérer chez son malade un nombre « normal » de pulsations. Celles-ci augmentent de fréquence par la chaleur, l'émotion, une marche rapide, etc. ; certains sujets sont plus sensibles que d'autres à toutes ces causes : ils ont des « palpitations ». Or, en cas de maladie fébrile, il est classique, à défaut de thermomètre, de tâter le pouls afin d'évaluer la température. Pour Lorain, une augmentation de 25 battements représente un degré de fièvre.

Cependant, dans certaines péritonites, il y a discordance entre le rythme cardiaque et la température ; de même dans la fièvre typhoïde. La *tachycardie* (augmentation du nombre des pulsations) n'est donc *pas forcément* un phénomène *parallèle à la fièvre*.

En outre, les variations du pouls n'existent pas seulement au cours des maladies infectieuses. Dans les maladies des reins et surtout du cœur, les pulsations peuvent être de 110, 120, 140 ou plus encore par minute. Dans les épanchements de la plèvre et particulièrement dans ceux du péritoine, la fréquence du pouls est la règle. Au cours des intoxications, de quelque nature qu'elles soient : tabac, alcool, plomb, mercure, etc., l'accélération du pouls s'observe fréquemment.

Or, nous avons remarqué un rapport, *partiel* dans les maladies « infectieuses », *constant* dans les autres affections, entre la fréquence du pouls et l'élimination urinaire. Chaque fois qu'il y a *oligurie*, c'est-à-dire chaque fois que l'élimination urinaire est diminuée pour une cause quelconque, nous avons constaté l'accélération du pouls. Les poisons normalement éliminés par l'urine sont, en cas d'oligurie, retenus dans l'organisme ; ils intoxiquent alors le système nerveux cardiaque et produisent la tachycardie.

II. — Méthode employée.

Les malades observés ont le pouls pris une fois par jour, le matin, tandis que leurs urines sont

recueillies de midi à midi. Mais les courbes ainsi établies présentent, à certains jours, des variations qui semblent indépendantes de celles du pouls. En effet, l'élimination urinaire est mal représentée par la quantité seule; aussi faisons-nous intervenir la notion de *densité*.

Il est évident qu'un malade qui urine 1 litre à la densité de 1,004, élimine moins de principes nocifs qu'un autre urinant également 1 litre, mais à la densité de 1,022.

Aussi, nous servons-nous d'un coefficient d'élimination E, très facile à obtenir en mulipliant la quantité des urines par les deux derniers chiffres de la densité exprimée en millièmes :

Elimination (E) = quantité (q) × densité (d).

Exemple :

2 litres à 1004 . . . . . E = 8
2 — à 1012 . . . . . E = 24
3 — à 1006 . . . . . E = 18

8, 24, 18, sont les chiffres nous servant à former notre échelle d'élimination. Si l'homme normal urine 1.500 grammes à 1,018, le coefficient E sera de 27.

Nous devons, toutefois, faire remarquer les quelques obstacles que rencontre l'examen du pouls et des urines chez les malades : Outre la difficulté d'obtenir la totalité des urines émises chaque jour, il faut remarquer que nous comparons à cette période, qui va de midi à midi, un seul « instant », qui est celui où le médecin prend le pouls. Néanmoins, les variations inverses des deux phénomènes n'en sont, à quelques détails près, nullement obscurcies.

Enfin, les *sueurs* représentent une élimination toxique indépendante des urines. Elles peuvent donc amener parfois une détente du pouls dont il doit être tenu compte dans la comparaison que l'on fait entre les courbes du pouls et celles des urines.

III. — Si, dans une maladie infectieuse, le pouls ne varie pas proportionnellement a la fièvre, c'est qu'il varie en raison inverse de l'élimination urinaire.

En effet, tout malade atteint de maladie fébrile urine moins qu'à l'état normal : il présente de l'*oligurie*. Tel typhique, tel pneumonique, urinent seulement 400 grammes par jour au lieu de 1.500. Il en résulte qu'ils sont doublement intoxiqués : 1° par les poisons que sécrètent les bactéries qui causent la maladie, toxines pneumococciques, typhiques, diphtériques, tétaniques (ces substances n'étant pas secrétées par le malade, mais bien par ses parasites, nous les appellerons « *hétérotoxines* »); 2° par suite de l'oligurie qui, coïncidant avec l'infection, entrave non seulement l'élimination de ces hétérotoxines, mais encore la sortie des poisons ordinaires de l'urine que nous appellerons « *autotoxines* ».

L'organisme, à un moment où il devrait éliminer deux fois plus pour moins pâtir, se trouve non seulement retenir les poisons extraordinaires (*hétérotoxines*), mais encore les poisons ordinaires (*autotoxines*). Or, la thérapeutique va recourir à tous les moyens pour hâter ce que le clinicien appelle : « la *crise urinaire* ». On emploie dans ce but le régime lacté, les boissons à la dose de trois litres, les bains, les irrigations, les injections de sérum. De telle sorte qu'un typhique, heureusement traité, présente parfois une diurèse qui précède d'une semaine ou plus la fin de la maladie. Dans ces cas heureux, on voit la courbe du pouls quitter

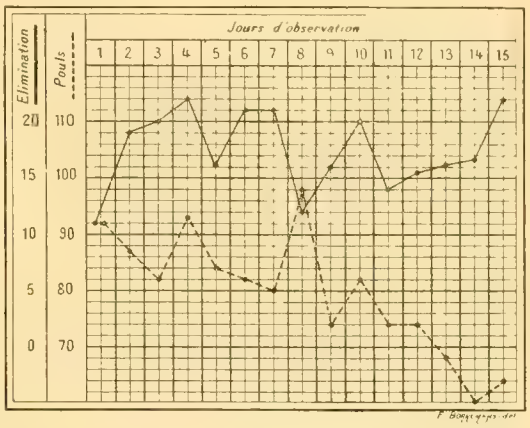


Fig. 1. — *Fièvre typhoïde.*

celle de la fièvre pour redescendre vers la normale. Nous distinguons donc chez un infecté deux phases successives : d'une part, une poussée d'*hétérotoxines* avec température et pouls également élevés. Nous expliquons alors la tachycardie par une intoxication directe du cœur due aux *hétérotoxines*. D'autre part, la période où la rétention des toxines (de quelque origine qu'elles soient) a plus d'importance encore que leur production; et dans ce cas le pouls baisse si le malade *élimine*, se maintient fréquent si l'*oligurie* persiste (fig. 1).

Par conséquent, si les variations de la température indiquent le degré d'infection, les variations du pouls témoignent du degré d'intoxication de l'organisme.

IV. — Dans une maladie non infectieuse, le pouls varie en raison inverse de l'élimination urinaire.

1° L'oligurie est un des symptômes principaux des maladies du cœur et des reins. Chez l'individu

antérieurement atteint de myocardite ou d'endocardite survient, à propos d'un simple écart de régime, d'une fatigue intempestive, un état de crise durant lequel le cœur, antérieurement lésé, est au-dessous de sa tâche. Il en résulte une baisse de la pression artérielle et une sécrétion rénale diminuée d'autant. L'oligurie se trouve être ici une cause nouvelle d'intoxication; le cœur entre alors en tachycardie progressive, devient irrégulier, puis aboutit à l'*asystolie*.

Nous avons pu constater que les cas d'*embryocardie*, où les battements du cœur (150 ou plus) atteignent la fréquence de ceux du fœtus, sont justement ceux où l'oligurie confine à l'*anurie*, c'est-à-dire à la suppression totale de l'urine.

La période de crise dans les maladies du cœur est donc due à la rétention *autotoxique*. Aussi, dès

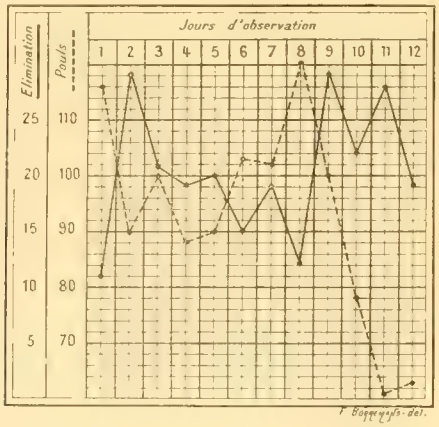


Fig. 2. — *Maladie de cœur : insuffisance mitrale en crise d'asystolie.*

qu'on rétablit la polyurie par le traitement approprié, les pulsations reviennent à la normale. La digitale, employée dans ce but, n'arrive à ralentir le pouls qu'à la condition de produire la *diurèse*. Au cas où elle ne rend plus au cœur une contraction suffisamment énergique pour relever la tension artérielle, l'oligurie persiste et le pouls reste aussi fréquent. Son chiffre peut même augmenter si l'on a prolongé intempestivement le médicament. Les courbes concernant les cardiopathies sont parmi les plus précises que nous ayons pu recueillir (fig. 2).

2° Dans la néphrite, l'*anurie* est la mort, l'*oligurie* la période de maladie. Ici, la cause de l'élimination insuffisante n'est plus, comme dans les cardiopathies, la tension artérielle trop faible, mais un épithélium du rein qui, détruit ou malade, laisse incomplètement filtrer les toxines urinaires. L'auto-intoxication qui résulte de l'oligurie n'est plus du même ordre que celle que l'on constate dans les maladies du cœur : en effet, l'épithélium excrète certaines substances et pas certaines autres, de sorte qu'ici la rétention est « élective » et prolongée, tandis que, chez les cardiaques, elle est « totale » et temporaire. Le pouls n'en est pas moins influencé proportionnellement à cette rétention dans l'urémie (état de crise des néphrites)

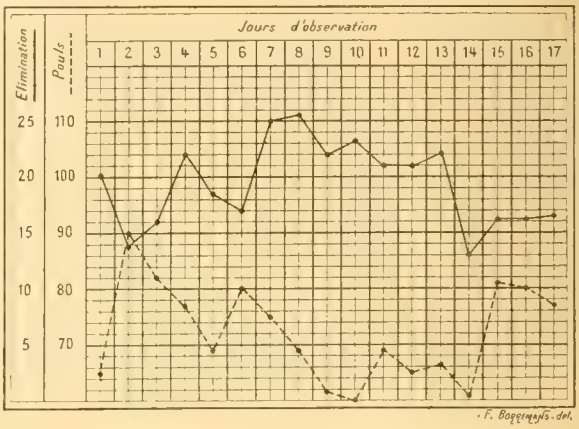


Fig. 3. — *Néphrite chronique.*

comme il l'est dans l'asystolie (état de crise des cardiopathies) (fig. 3).

Ici encore, l'abaissement du nombre des pulsations coïncide avec la polyurie de délivrance, et le médicament actif, la théobromine, qui semble « ouvrir » le rein dans ces cas de rétention, se trouve ainsi ralentir secondairement le pouls comme nous l'avons vu faire à la digitale.

3° Lorsqu'il existe des épanchements dans la plèvre (pleurésie), dans le péritoine (ascite), l'équi-

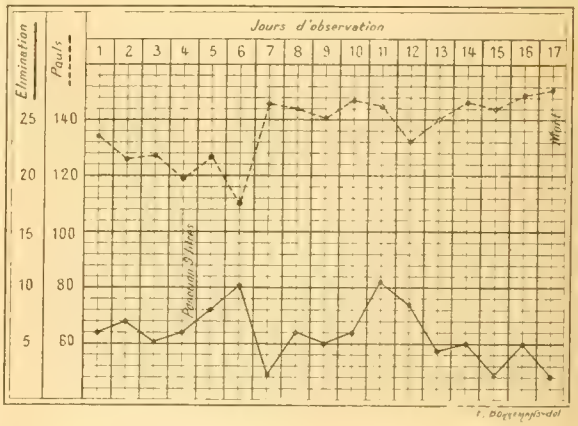


Fig. 4. — *Ascite par cirrhose alcoolique.* — Pouls à 140. Elimination de 5 à 10.

libre des liquides de l'organisme est rompu. Les boissons ingérées, au lieu d'amener une diurèse correspondante, semblent simplement aller grossir la collection qui gonfle déjà la séreuse. Si bien qu'un pleurétique ou un ascitique qui est à la période d'accroissement de sa maladie voit son

poids augmenter chaque jour, tandis que ses urines diminuent (Chauffard).

Cette oligurie prolongée maintient le malade en auto-intoxication et son cœur en tachycardie. L'ascitique surtout présente le plus souvent 100 à 120 pulsations, quelquefois même 130 et 140, si les accidents plus aigus doivent se terminer par la mort. La surcharge circulatoire imposée au cœur par l'épanchement, qui peut atteindre 15 litres et plus, n'intervient pas dans la modification du rythme du cœur. En effet, la ponction, même si elle décharge le péritoine d'une dizaine de litres, ne fait pas varier le nombre des pulsations (fig. 4).

4° Les intoxications métalliques, indépendamment de l'excitation directe qu'elles peuvent avoir sur le cœur, produisent aussi la tachycardie en diminuant la diurèse. La courbe du malade atteint

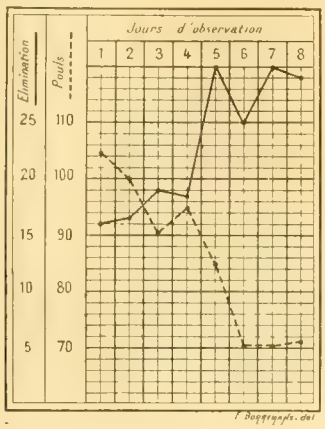


Fig. 5. — *Colique de plomb.*

de colique de plomb que nous publions ici peut en donner la preuve (fig. 5).

D'autre part, nous avons pu constater que les pigments biliaires résorbés dans l'ictère, et qui semblent avoir sur le cœur une action de ralentissement (*bradycardie*), peuvent cependant être neutralisés par les poisons accélérateurs, comme nous l'avons observé dans deux cas d'ictère avec oligurie et sans bradycardie.

5° Toutes les causes de déshydratation de l'organisme sont en même temps l'occasion d'oligurie, et, par conséquent, de tachycardie. Ce sont :

Les cas de diarrhée intense ;

Les cas d'hémorragies répétées ;

Les cas de vomissements rendant impossible l'ingestion de boissons.

V. — Objections.

1° *La tachycardie, au lieu d'être la conséquence de l'oligurie, n'en serait-elle pas la cause?* — Le cœur, en augmentant ses battements, ne peut-il, en effet, devenir incapable de faire filtrer le sérum au niveau du rein..., d'où oligurie?

Mais : *a*) Cette explication, qui supprime toute notion d'intoxication, reste une hypothèse purement « physique » : Le problème devrait alors se résoudre par la comparaison exclusive de ces deux termes : la quantité d'urine et le nombre des pulsations. Par exemple, 120 pulsations représenteraient une oligurie de 300 grammes. Il n'en est pas ainsi dans l'examen des faits ; aucune oligurie n'est imputable à un chiffre déterminé de pulsations. Le pouls s'abaisse d'un jour à l'autre si la quantité d'urine et surtout la densité impliquent une élimination plus forte que *la veille*.

Comme on peut le voir sur nos courbes, cette notion de l'état humoral antérieur est capitale. L'abaissement du pouls, si E grandit, ne se fait que par rapport au pouls constaté « la veille », et non dans un rapport absolu avec la quantité émise ;

b) L'introduction du coefficient de « densité » a favorisé l'établissement de nos courbes. Il ne s'agit donc pas seulement de phénomènes d'hydrodynamique, de battements cardiaques et de pression artérielle par rapport à un filtre qui serait le rein, mais de conditions physiologiques plus complexes, où il faut faire intervenir la notion des matériaux extractifs de l'urine ;

c) L'hypothèse du rein « filtre » est nécessaire à la façon de comprendre que nous critiquons. Or, d'après les travaux récents de MM. Lamy et Mayer [1], il semble que la sécrétion urinaire soit, dans l'état physiologique, le plus souvent indépendante de la pression artérielle. De jour en jour, la conception de la sécrétion rénale se complique d'un facteur nouveau : la qualité physique et chimique du sérum sanguin en contact avec l'épithélium rénal ;

d) Jamais nous n'avons eu personnellement l'occasion de constater un cas d'oligurie sans tachycardie. Au contraire, la tachycardie coïncide parfois avec une diurèse normale : tel pneumonique, observé récemment, avait 140 pulsations et 1 litre 1/2 d'urine. Tout malade atteint de goitre exophtalmique présente, lui aussi, une tachycardie constante et sans oligurie.

2° *La tachycardie ne serait-elle pas due à un encombrement de la circulation?* — Si l'on n'admet pas que le cœur s'accélère par suite de l'oligurie, il semble naturel d'attribuer la tachycardie à sa surcharge. En effet, l'ascitique, le pleurétique, les cardiaques, les urémiques ont leurs tissus progressivement infiltrés de liquide par suite de leur oligurie.

Pour combattre cette conception, nous invoquerons ici encore :

[1] *Société de Biologie*, décembre, 1903.

a) L'origine toxique et non mécanique de la tachycardie prouvée par l'utilisation favorable du coefficient $q \times d$;

b) Suivant une loi célèbre de Marey, « le cœur ne s'accélère que si on le décharge ». Dès 1881, Marey prit la peine de détruire l'hypothèse « tachycardie due à un obstacle mécanique » émise par Haller et Blackley;

c) Nous pouvons nous-même prouver que la gêne mécanique n'est pour rien dans la tachycardie, en rappelant le cas des malades atteints de pleurésie ou d'ascite et dont le pouls reste aussi rapide après ponction de leur épanchement, uniquement parce que cette intervention n'arrive pas à faire cesser leur oligurie (fig. 4).

3° *L'oligurie et la tachycardie ne varient-elles pas dans le même sens comme étant les deux conséquences de l'hypotension artérielle?* — Voici, par exemple, un typhique dont la tension artérielle est moindre qu'à l'état normal : Son cœur, trouvant moins de résistance à vaincre, bat plus vite (loi de Marey). Au même moment, l'hypotension artérielle provoque également une diminution de la sécrétion urinaire.

A cette façon de voir nous opposons :

a) Que la tension artérielle ne régit pas la sécrétion urinaire;

b) Que cette théorie, pas plus que les précédentes, ne tient compte du coefficient de densité;

c) Qu'on peut constater de la tachycardie sans hypotension.

Ces différentes objections ne peuvent donc être soutenues que si l'on considère le rein comme un filtre soumis à la pression artérielle, ce qui n'est pas.

D'autre part, aucune n'est capable de s'accommoder de la notion « densité ».

Au contraire, il est naturel de croire que le cœur, qui se laisse si fortement influencer par les médicaments, par différents poisons tels que la nicotine, les toxines bactériennes (hétérotoxines), puisse également présenter de la tachycardie lorsque l'oligurie retient partiellement dans la circulation générale les autotoxines fabriquées chaque jour par l'organisme.

VI. — Des causes de l'oligurie.

Si l'oligurie est le phénomène auquel se rattache le plus directement la tachycardie, les causes de l'oligurie se trouvent être les raisons premières de la tachycardie.

Nous avons donc cherché à les interpréter, d'après de récents travaux.

Toute perturbation de l'organisme paraît avoir pour effet immédiat l'oligurie : la fièvre typhoïde, la pneumonie, la péritonite, une intoxication quelconque, amènent une diminution de l'élimination urinaire. Lorsqu'on examine l'urine d'un malade en période de crise, les différents produits de l'urine ne sont pas retenus au même degré : la rétention des chlorures paraît être la règle, tandis que, d'ordinaire, l'urée continue à être éliminée. Sous l'influence d'une excitation toxique, d'origine quelconque, l'épithélium rénal semble donc retenir les chlorures. Cette rétention amène elle-même une localisation chlorurée dans les tissus et un coefficient de liquide pour maintenir ces sels solubles, d'où oligurie. Cette rétention est surtout manifeste dans les maladies du rein et aussi dans celles du cœur, comme l'ont montré récemment MM. Achard et Widal.

Dans les néphrites, la rétention des chlorures peut sembler d'origine organique, tandis que, dans les autres maladies, il s'agirait seulement d'un état fonctionel de l'épithélium.

Dans les maladies de cœur, l'oligurie semble avoir pour cause l'hypotension artérielle.

En cas de pleurésie, l'oligurie est due à l'appel de liquide que fait une plèvre infectée.

Dans l'ascite, l'oligurie s'explique, soit par l'infection locale dans la péritonite tuberculeuse, soit par l'obstacle à la circulation dans le système de la veine porte, lorsqu'il s'agit de cirrhose alcoolique.

Toutes ces causes si différentes de diminution des urines sont donc pour nous l'origine de la tachycardie. En cas d'*élimination* insuffisante et quelle que soit la maladie en cause, le cœur bat plus vite pendant la période d'intoxication, puis revient à la normale dès que la diurèse s'est rétablie. La connaissance de ce rapport *oligurie-tachycardie* pourra fréquemment rassurer le médecin, lorsqu'il se trouvera en présence d'un malade dont le pouls s'accélère. En effet, souvent, chez un typhique par exemple, il aurait tendance à craindre une lésion du muscle cardiaque sur simple constatation de la tachycardie. Les faits que nous venons d'exposer permettent de concevoir qu'il s'agit très souvent d'une accélération fonctionnelle du cœur et rarement d'une lésion organique. La thérapeutique, en faisant cesser l'oligurie, confirmera la véritable origine de la tachycardie.

François Dehérain,
Interne des hôpitaux.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Bachmann (P.). — **Niedere Zahlentheorie.** *Erster Theil.* — 1 *vol. in-8° de* 402 *pages. Teubner, Leipzig,* 1903.

En composant ce nouveau traité élémentaire de Théorie des nombres, M. Bachmann pouvait craindre de faire double emploi avec ses précédents *Elemente der Zahlentheorie.* Aussi a-t-il eu soin de refaire son ouvrage sur un plan entièrement différent, beaucoup plus étendu que le premier, et comportant un nombre considérable d'additions. C'est, tout d'abord, une Introduction historique, et, immédiatement après la théorie des résidus quadratiques (celle des formes quadratiques ne figure pas, du moins dans le premier volume), un chapitre consacré aux congruences d'ordre supérieur. C'est, d'autre part, dans tout le cours de l'ouvrage, une abondance de détails et de compléments de toute sorte, tels que : dans le second chapitre (Divisibilité), l'impossibilité de l'équation $2.3.5.7.11...p = a^m + b^m$ ou la démonstration, par le raisonnement simple de Lucas, de l'existence d'une infinité de nombres premiers de la forme $6x - 1$; dans le troisième (Restes et congruences), les généralisations, par Schemmel et Lucas, du symbole $\varphi(n)$; avec la théorie de l'algorithme d'Euclide, une étude assez complète des suites de Farey, etc.

Il n'est, pour ainsi dire, aucune des théories exposées qui ne fournisse l'occasion de développements analogues. On peut même se demander si leur multiplicité ne risque pas de jeter quelque confusion dans l'esprit du lecteur peu expérimenté; et, de fait, l'ouvrage de M. Bachmann semble moins utile à ceux qui commencent qu'à ceux qui savent déjà. Ce qu'il y a de certain, c'est qu'à ceux-là, il offre nombre de remarques curieuses et de citations intéressantes.

Jacques Hadamard,
Professeur suppléant au Collège de France,
Maître de conférences à la Sorbonne
et à l'Ecole Normale Supérieure.

Moreux (Abbé Th.). — **Le Problème solaire.** — 1 *vol. in-8° de* 344 *pages avec* 107 *fig. dont* 50 *hors texte.* (*Préface de* M. Camille Flammarion). *Paris, Bertaux,* 25, *rue Serpente; et Bourges, Tardy-Pigelet,* 15, *rue Joyeuse.*

L'abbé Moreux est, au jugement des astronomes-physiciens les plus compétents, l'un des observateurs les plus sagaces des taches solaires et surtout l'un des artistes les plus habiles à les dessiner. Plusieurs années d'études, à l'Observatoire qu'il a installé à Bourges, l'ont conduit à des vues originales sur l'activité solaire, sur les variations et la nature des taches et des protubérances. D'importantes revues d'Astronomie, en France et à l'Etranger (Angleterre, Belgique, etc.), ont signalé, avec plus de compétence que n'en saurait avoir l'auteur de cet article, l'intérêt d'une théorie qui se présente comme très cohérente, et qui, si elle ne s'impose pas encore à l'exclusion de toute autre en une matière où les résultats bien établis sont très dispersés, est pour le moins tout aussi satisfaisante qu'aucune des théories proposées jusqu'ici, et paraît très propre à coordonner les faits acquis et à orienter les nouvelles recherches.

Nous voudrions surtout signaler ici « le Problème solaire » à tous ceux qui connaissent l'auteur du livre comme l'un des astronomes qui ont proclamé, avec le plus d'insistance, l'influence des variations de l'activité solaire sur les phénomènes terrestres. Sans doute, il y a longtemps que cette influence n'est plus contestée; et nous ne croyons pas que, depuis Faye, personne ait méconnu, par exemple, la relation qui existe entre les taches solaires et les variations du magnétisme terrestre; pour nous borner à la France et à la période contemporaine, il suffira de citer, sur ce sujet, les beaux travaux de M. Marchand, directeur de l'Observatoire du Pic du Midi et, plus récemment, ceux de M. Ch. Nordmann. Il n'en est pas moins vrai que M. Moreux a beaucoup contribué à propager ces idées, et qu'il lui est arrivé d'apporter à la prédiction d'un trouble magnétique lié à la présence d'une tache solaire une précision surprenante.

La partie capitale de l'ouvrage est la *théorie hyperthermique des taches solaires.* Pour l'auteur, les taches ne sont ni des volcans, ni des cyclones : ce sont des régions surchauffées. Le surcroît de chaleur a son origine dans la condensation locale de matériaux de la couronne et de la chromosphère : l'augmentation de chaleur, favorisant les phénomènes de dissociation, supprime la région photosphérique et laisse une région plus sombre. La tache correspond ainsi à une sorte de trou découpé dans la couche de nuages brillants de la photosphère, et permet à nos regards de pénétrer un peu plus profondément au-dessous de la couche ordinairement visible. Ce trou correspond à un centre de haute pression, contrairement à l'hypothèse essentielle de la théorie de Faye, et c'est tout autour que se produisent les protubérances éruptives. Il n'y a pas lieu de s'arrêter à l'objection qu'on pourrait tirer des mesures bolométriques de Langley : les taches, incontestablement, émettent beaucoup moins de chaleur que la surface moyenne de la photosphère; cela ne suffit point pour conclure que ce sont des régions plus froides; cela prouve, tout simplement, qu'elles ont un pouvoir émissif plus faible. Qu'une large portion de la surface terrestre vienne à être recouverte de neige, et qu'au milieu de cette nappe blanche une région vienne à s'échauffer au point d'amener la fusion de la neige, on aura là une tache sombre, qui, par rayonnement nocturne, enverra vers l'espace moins de chaleur qu'une surface égale de la couche neigeuse. En conclura-t-on que la neige est plus chaude que le sol nu, là où elle a fondu?

Attribuer la chaleur des taches, et la déchirure produite par chacune d'elles dans la couche photosphérique, à la chute de matériaux sur le noyau solaire, c'est s'obliger à chercher la cause des variations périodiques du nombre des taches dans les variations périodiques que subit la condensation actuelle de ce qui reste de la nébuleuse primitive. Ici, M. Moreux nous semble très heureusement inspiré en appliquant, au mécanisme de la condensation actuelle des matériaux de la couronne, les idées qui ont inspiré la cosmogonie du Colonel de Ligondès. La théorie qu'a donnée ce savant de la formation de notre système solaire à partir du chaos initial ne se heurte plus aux objections que soulevaient celles de Laplace ou de Faye. Elle explique avec une rare élégance la séparation de la matière cosmique, concentrée dans le plan du maximum des aires, en anneaux distincts qui ont donné les diverses planètes, et surtout l'existence d'une planète beaucoup plus grosse que toutes les autres à une distance moyenne de l'astre central. L'application des mêmes principes démontre la nécessité d'une division de l'espace, au voisinage plus immédiat du noyau déjà formé, en secteurs relativement pleins et relativement vides de matière : et cette déduction s'accorde très bien, comme le montre M. Moreux, avec ce que l'on sait de la répartition des comètes. Elle explique, d'une manière analogue, la nécessité d'une division de chaque

secteur en anneaux successifs de matière alternativement plus dense et moins dense; et elle fait comprendre ainsi que l'activité provoquée par la chute de ces matériaux subisse des variations périodiques, relativement régulières, sans toutefois offrir la régularité qu'on peut attendre dans la gravitation d'une planète déjà formée.

L'auteur passe en revue, à la lumière des mêmes idées, l'étude de la rotation solaire, l'étude de la couronne telle que l'ont révélée les observations d'éclipses; il consacre enfin un chapitre à la « météorologie solaire », et ce chapitre n'est ni le moins intéressant, ni surtout le moins propre à faire réfléchir, encore qu'on y rencontre parfois, — comme, d'ailleurs, en quelques autres endroits de l'ouvrage (notamment dans les pages relatives à la température du Soleil), — des assertions hasardées sur lesquelles il y aurait lieu de faire des réserves.

L'expérience personnelle de M. Moreux garantit la compétence et l'autorité avec lesquelles il donne les plus judicieux conseils, et sur l'intérêt que présente l'observation régulière des taches, et sur les méthodes à suivre pour les voir et les reproduire. Ces conseils achèvent de faire de son livre, qui est d'une lecture agréable et qu'illustrent d'admirables dessins, le livre par excellence des gens qui, sans être astronomes de profession, ont besoin, pour leurs propres travaux, de connaître l'état actuel de la science sur ce grand problème d'Astronomie physique, « l'un des plus importants qui puissent être posés à la pensée humaine », suivant le mot de M. Flammarion dans sa Préface, — et, en tous les cas, le plus directement intéressant pour nous.

BERNARD BRUNHES,
Directeur de l'Observatoire du Puy-de-Dôme.

2° Sciences physiques

Guilbert (C. F.). — **Les Générateurs d'électricité à l'Exposition Universelle de 1900** (*Ouvrage couronné par l'Académie des Sciences*). — 1 *vol. in-8° jésus de* IV-765 *pages, avec* 20 *tables séparées*, 615 *gravures et plans, dont* 118 *planches hors texte* (*Prix* : 30 *fr.*). *C. Naud, éditeur, Paris*, 1903.

Le beau livre que M. C. F. Guilbert a écrit, à l'occasion de l'Exposition de 1900, demeurera longtemps le livre de références le plus complet, le plus général et le plus attrayant, non seulement pour ceux qui ont tout à apprendre en le lisant, mais encore pour ceux qui désirent l'utiliser seulement à titre de documentation.

L'ouvrage intéresse, en effet, les deux catégories de lecteurs : ceux qui recherchent dans un livre l'exposé rationnel des principes et leur application à la science et à la technique industrielle, et ceux qui, déjà au courant de la théorie et de la technique, apprécient surtout l'abondance des indications documentaires, sous forme de tableaux, de courbes et de constantes diverses soigneusement contrôlées et classées.

L'ouvrage de M. C. F. Guilbert débute par des considérations générales, inspirées par l'examen des éléments principaux de diversité des types de machines, et le premier chapitre se termine par une classification dans laquelle l'auteur encadre toute son étude des alternateurs.

M. C. F. Guilbert divise d'abord les alternateurs en deux grands groupes :

1° Alternateurs à flux magnétique renversé ou à pôles alternés ou hétéropolaires.

2° Alternateurs à flux magnétique ondulé ou à saillies polaires ou homopolaires;

Le premier groupe se subdivise en deux sous-groupes ou sections, suivant la forme des pôles inducteurs :

1° Alternateurs à pôles inducteurs saillants;

2° Alternateurs à pôles inducteurs continus.

Chaque groupe ou sous-groupe d'alternateurs peut encore se diviser en plusieurs classes, suivant la constitution du circuit magnétique, ou, plus exactement, des pôles inducteurs et des épanouissements polaires.

L'auteur distingue 3 classes principales correspondant aux différentes constitutions de ces parties.

Ces trois grandes classes sont les suivantes :

a) Alternateurs à pôles et épanouissements pleins;

b) Alternateurs à pôles et épanouissements feuilletés;

c) Alternateurs à pôles pleins et épanouissements feuilletés.

Dans chacune de ces classes, l'auteur établit des subdivisions suivant la nature des perforations, puis suivant la fixité ou la mobilité de l'induit, et enfin d'après le nombre de phases.

Enfin, les familles ainsi obtenues sont encore divisées d'après le nombre des perforations par pôle et par phase.

Du classement des monographies consacrées aux alternateurs, résulte une grande netteté dans leur comparaison, et les détails abondants que M. C.-F. Guilbert a consacrés à chaque machine n'en font pas perdre de vue les caractères généraux et n'atténuent pas l'effet des parallèles qu'on peut établir.

La seconde partie de l'ouvrage, consacrée aux convertisseurs, est d'une étendue beaucoup moindre (p. 409 à 499), mais elle emprunte un intérêt tout spécial aux travaux relativement récents dont furent l'objet les appareils de transformation du courant alternatif en courant continu, qui constituent la partie la plus importante de cette classe : les commutatrices et les redresseurs de courant.

La troisième partie est consacrée aux dynamos à courant continu, que l'auteur classe, pour son examen, suivant la nature du circuit inducteur.

Il divise les dynamos en trois grandes classes :

1° Les dynamos à circuit magnétique inducteur en acier; 2° Les dynamos à circuit magnétique inducteur en fonte et acier (tôles ou fer forgé); 3° Les dynamos à circuit magnétique inducteur en fonte.

La première classe de dynamos à courant continu, de beaucoup la plus importante, est subdivisée en deux parties, suivant la nature de l'induit : induit denté et induit lisse. Sur un total d'environ deux cents pages, les dynamos à inducteur en acier occupent plus de cent cinquante pages.

L'auteur complète ses indications sur les alternateurs par un premier appendice où sont reproduites les courbes périodiques de la tension aux bornes de quelques-uns des alternateurs exposés, relevées par M. Dobkévitch à l'aide d'un oscillographe Blondel.

Un second appendice résume et complète toutes les dimensions et données principales des machines décrites dans ce volume.

Les tableaux, au nombre de dix : cinq pour les alternateurs, un pour les commutatrices et quatre pour les machines à courant continu, permettront au lecteur de comparer entre elles les machines du même genre et de se rendre compte des limites de variation des différents coefficients qui servent de points de départ à la construction des machines dynamos.

Nous nous reprocherions de terminer cette trop courte analyse sans mentionner le soin apporté par l'auteur dans l'établissement des tables des matières et des titres de chapitres en trois langues : anglais, français et allemand. Il nous reste à souhaiter que M. C.-F. Guilbert fasse de nouvelles éditions de ce livre pour le tenir au courant des progrès de la construction, progrès dont il ne faut pas, il est vrai, s'exagérer la rapidité. On pourra, dès maintenant, consulter une série d'articles que M. C.-F. Guilbert consacre en ce moment à la construction des dynamos en Allemagne et qu'il fait paraître dans la *Revue Technique*. Ces articles constituent la suite naturelle du livre que nous venons d'analyser, car ce sont des monographies du même genre, consacrées aux groupes électrogènes de l'Exposition de Dusseldorf, de sorte qu'elles réalisent la mise à jour des questions relatives à la construction des machines, étudiées par M. Guilbert avec tant de compétence à la suite de l'Exposition de Paris.

P. LETHEULE.

Groth (Dr Lorentz Albert). — **The Potash Salts; their production and application to Agriculture, Industry and Horticulture** (*avec une préface de* Samuel Rideal). — 1 *vol. de* 292 *pages. The Lombard Press, Limited, Gracechurch street, Londres*, 1903.

Cet ouvrage, édité avec le luxe auquel nous ont accoutumés les éditeurs d'outre-Manche, illustré par 65 figures dont la plupart sont fort soignées, constitue un ensemble de documents des plus précieux et des plus complets sur les sels de potasse et leurs principales applications.

Après quelques remarques générales sur la production, l'auteur aborde la découverte des sels de potasse naturels, le développement commercial et industriel des mines en pleine production ou à l'état de développement, en émaillant cette partie de nombreux documents numériques, de reproductions de photographies des principales exploitations et de schémas explicatifs au sujet des diverses couches minières qu'on rencontre. La formation des dépôts de sel, la géologie et la minéralogie des sels de potasse viennent ensuite. L'organisation des syndicats allemands est étudiée en grand détail et appuyée d'une quantité de tableaux et de chiffres.

Connaissant les dépôts de sels et leur exploitation, le lecteur se trouve à même de passer à la partie pratique de l'ouvrage : applications à l'industrie, alcalis, chlore, hypochlorites, chlorates, complétées par des tableaux statistiques; applications à l'agriculture, théorie, consommation, utilité des sels de potasse dans les grandes cultures, pommes de terre, navets, prairies, légumineuses et céréales; applications à l'horticulture, à la production des pommes, des cerises, des prunes, des groseilles, des fraises, des vignes. On passe alors à l'examen des établissements industriels proprement dits, remarques sur les machines et les bouilleurs, condenseurs, accessoires, etc., sur les compresseurs d'air, les machines à percer les roches, sur les pompes; enfin, l'emploi de l'électricité dans les mines fait aussi l'objet d'un chapitre détaillé.

L'ouvrage de M. le Dr Groth constitue ainsi l'une des monographies les mieux faites des sels de potasse et qu'il sera bon, pour tous ceux auxquels l'anglais est assez familier, de posséder et de consulter chaque fois qu'ils auront besoin d'un renseignement quelconque sur cette industrie ou sur ses applications.

A. Hébert.

Lévy (Lucien), *Docteur ès Sciences*. — **Les Moûts et les Vins en Distillerie.** — 1 *vol. in-8° de* 652 *pages, de la Bibliothèque technologique.* (*Prix* : 14 fr.) *C. Naud, éditeur, Paris*, 1903.

Extrêmement complet et détaillé, cet ouvrage comporte plus de six cents pages de texte. L'auteur ne néglige aucune des notions de Chimie théorique utiles à la clarté de son sujet. Il étudie d'abord l'alcool, puis les principes immédiats intervenant en distillerie : sucres de diverses espèces, hydrates de carbone non sucrés, acides variés, substances azotées, matières albuminoïdes, le tout suivi de résumés de microbiologie et entremêlé de judicieux renseignements analytiques. Suit la longue énumération des plantes saccharifères, soit par leurs racines, soit par leur tige ou leur fruit, et la liste des végétaux féculents.

M. Lévy aborde ensuite la technique de la fabrication des vins et moûts : de longues pages expliquent les traitements à faire subir aux betteraves et aux matières amylacées, si longues en vérité que, aux vins eux-mêmes, quoique figurant sur le titre du volume, peu de lignes ont été consacrées. Et même quelques légères inadvertances ou omissions seraient à relever dans ce chapitre; mais il est si court que le lecteur méridional aurait mauvaise grâce à les relever dans un travail écrit presque exclusivement pour les industriels du Nord et dont ceux-ci pourront tirer bon profit.

Antoine de Saporta.

3° Sciences naturelles

Imbeaux (Dr Ed.), *Ingénieur des Ponts et Chaussées, Directeur du Service municipal de Nancy.* — **Les Eaux de Paris, Versailles et la banlieue** (*Extrait de l'Annuaire des distributions d'eau de France, Algérie, Belgique, Suisse et Luxembourg*). — 1 *vol. in-8° de* 138 *pages avec* 4 *planches et cartes.* (*Prix* : 3 *fr.* 50). *Vve Dunod, éditeur. Paris*, 1903.

Tandis qu'en Angleterre, en Hollande et en Allemagne, il est aisé de trouver un résumé détaillé de toutes les installations d'eau dans les villes, en France, et en général dans tous les pays de langue française, aucune nomenclature de ce genre n'existait encore. L'Annuaire des distributions d'eau de France, Algérie, Belgique, Suisse et Luxembourg comble donc une lacune importante de notre littérature scientifique. Le présent extrait, présenté par M. Imbeaux, est d'un heureux présage pour le gros volume qui va paraître prochainement. On y trouve, décrites dans un style bref et concis, toutes les installations d'eau des villes de plus de cinq mille habitants. Un historique de la question précède, s'il y a lieu, l'organisation actuelle; enfin, M. Imbeaux traite également la question des eaux usées. Ce livre est très documenté et renferme les derniers projets élaborés par les différentes municipalités, la plupart non encore mis à exécution. Ceci suffit pour montrer qu'un esprit curieux pourra, en peu de pages, se documenter rapidement sur les eaux qu'il est appelé à consommer.

Cet extrait de l'Annuaire des distributions d'eau sera aussi utile aux municipalités en quête d'amènées d'eau qu'aux spécialistes en la matière. Aux premières, il permettra de savoir ce qui est fait chez les voisins, et de ne s'adresser, pour les renseignements complémentaires, qu'aux endroits où ceux-ci pourront être utiles. Quant aux seconds, il servira de véritable dictionnaire technique.

Comme M. le Dr Imbeaux, nous ne doutons pas qu'une seconde édition ne suive bientôt la première; mais qu'il nous permette d'exprimer une idée qui répond, croyons-nous, à un réel besoin. On ignore souvent les eaux qu'une ville peut, dans son voisinage, avoir à sa disposition. Il serait peut-être utile, tant au point de vue hygiénique qu'industriel, d'en dire quelques mots toutes les fois qu'on le pourra. Je n'ignore pas la difficulté qu'aura M. le Dr Imbeaux à se renseigner sur un tel sujet, mais le distingué directeur du Service municipal de Nancy a résolu des problèmes plus difficiles que celui-là pour y renoncer au premier examen.

F. Dienert,
Chef du Service de Surveillance
des sources de la Ville de Paris.

Houard (C.), *Préparateur à la Sorbonne.* — **Recherches anatomiques sur les Galles de Tiges : Pleurocécidies.** (*Thèse de la Faculté des Sciences de Paris*). — 1 *vol. in-8 de* 420 *pages, avec* 394 *figures dans le texte. Tirage à part du Bulletin scientifique de la France et de la Belgique, Paris*, 1903.

C'est en 1873 que M. Thomas donna le nom de *cécidies* « à toute production végétale anormale, accompagnée de formation de tissu nouveau, déterminée par la réaction de la plante à l'irritation parasitaire ». Selon que le parasite est un animal ou un végétal, on distingue les cécidies en *zoocécidies* et en *phytocécidies*. Il s'agit dans ce Mémoire des zoocécidies, et M. Houard s'est limité, dans ce vaste sujet, à l'étude de la réaction du végétal-hôte, à l'action du parasite, en ne considérant que les galles latérales produites sur les tiges. Ses investigations anatomiques ont porté sur les déformations dans lesquelles la longueur des entre-nœuds n'est pas altérée : ce sont les *pleurocécidies caulinaires*. Il a volontairement laissé de côté toutes les galles terminales des tiges, ou *acrocécidies*

caulinaires, qui proviennent de la déformation du bourgeon terminal et du raccourcissement des premiers entre-nœuds.

Ayant ainsi défini le but qu'il se proposait, l'auteur aborde son sujet qu'il partage en quatre chapitres, suivant que *le parasite est situé* : 1° *contre l'épiderme*: 2° *dans l'écorce*; 3° *dans les formations secondaires libéro-ligneuses*; 4° *dans la moelle.*

Les pleurocécidies étudiées sont au nombre de trente-deux. Nous sommes heureux de le dire, toutes ont été décrites avec le plus grand soin. Un grand nombre d'excellentes figures accompagnent le texte, d'où il résulte que la lecture de cette importante contribution à l'étude des galles est des plus aisées et se recommande par ses qualités de précision et de méthode.

Les cécidies caulinaires, causées par un parasite situé contre l'épiderme (chez les : *Hedera Helix*, *Potentilla hirta* var. *pedata*, *Brachypodium sylvaticum*, *Fraxinus excelsior*, *Picea excelsa*), produisent, dans la région avoisinante, une hypertrophie de tous les tissus, et particulièrement de l'écorce et de l'anneau vasculaire, en formant une saillie latérale, dont le plan de symétrie passe par l'axe et est déterminé par ce parasite et la génératrice opposée de la tige; rarement l'action cécidogène s'étend à la moelle. Dans le second groupe, le parasite étant situé dans l'écorce (*Pinus sylvestris*), l'hypertrophie porte surtout sur le parenchyme cortical avec un plan de symétrie déterminé de même et passant par le centre de la cavité larvaire.

Le parasite peut habiter la région libéro-ligneuse secondaire, et l'auteur a étudié onze de ces cas particuliers, portant sur des : *Tilia sylvestris*, *Populus Tremula*, *Salix capræa*, *Sarothamnus scoparius* (deux parasites), *Quercus coccifera*, *Rubus fruticosus*, *Brassica oleracea*, *Glechoma hederacea*, *Cytisus albus*, *Quercus pedunculata*. Le parasite, se développant dans la zone cambiale, excite le fonctionnement de l'assise génératrice qui donne surtout des tissus ligneux nouveaux au milieu desquels s'établit la cavité larvaire. Le plan de symétrie de la déformation produite passe par l'axe du rameau.

Enfin, dans le quatrième chapitre, l'auteur étudie la cécidie caulinaire qui provient de l'action cécidogène d'un parasite situé dans la moelle. Il signale ce cas chez les : *Sisymbrium Thalianum*, *Potentilla reptans*, *Hieracium umbellatum*, *Hypochæris radicata*, *Atriplex Halimus* (avec deux parasites différents), *Eryngium campestre*, *Torilis Anthriscus*, *Sedum Telephium*, *Ulex europæus*, *Ephedra dystachia*, *Epilobium montanum*, *tetragonum*, *Populus alba*, *Pinus sylvestris*. La réaction du végétal est indiquée par la multiplication des cellules médullaires, qui se bourrent de matières de réserve servant de nourriture au parasite. L'action cécidogène s'étend aussi à l'anneau libéro-ligneux et à l'écorce, et la cécidie produite, conservant la symétrie de l'axe, prend un aspect fusiforme.

Tels sont, dans leurs grandes lignes, les modes de réaction opposés par le végétal à l'action parasitaire; mais, dans les détails, une foule de facteurs sont à considérer, tels que la nature et la grosseur du parasite, la structure anatomique particulière du végétal, etc. M. Houard a groupé, en outre, dans un chapitre spécial, la série des modifications apportées dans chaque organe du tissu du végétal parasité, et cela pour chacun des cas signalés plus haut; de même il a résumé, dans le chapitre VI, les relations existant entre les tiges, les pleurocécidies et les parasites : forme de la cécidie, nutrition des tissus gallaires et du parasite, relation entre la structure de la galle et la métamorphose du parasite, chute de la galle, influence sur la ramification, etc.

Les conclusions générales, terminant ce remarquable Mémoire, seraient entièrement à citer; nous y renvoyons le lecteur qui s'intéresse à ces phénomènes particuliers de Biologie végétale.

EMILE PERROT.

Professeur à l'Ecole Supérieure de Pharmacie de Paris.

4° Sciences médicales

Smolensky (P.). — **Traité d'Hygiène.** PROCÉDÉS RAPIDES DE RECHERCHE DES FALSIFICATIONS ET DES ALTÉRATIONS. — (*Traduit du russe par* S. BROIDO *et* A. ZAGUELMANN, *et annoté par* L. GUIRAUD, *Professeur, et* A. GAUTIÉ, *Préparateur d'Hygiène à la Faculté de Médecine de Toulouse*). — 1 *vol. in-8° de* 752 *pages avec* 119 *fig.* (*Prix* : 20 *fr.*). *G. Steinheil, éditeur. Paris*, 1904.

Ce volume est presque entièrement consacré à l'étude de l'alimentation et des aliments. Les quatre derniers chapitres sont seuls relatifs à l'examen du rôle sanitaire que jouent le sol, l'habitation, les modes d'éclairage et les vêtements. Il n'est pas douteux, d'ailleurs, que l'alimentation doive être le souci principal des hygiénistes; son rôle est d'une importance capitale. Les connaissances réellement scientifiques que nous avons acquises, et qui sont dues surtout aux travaux des chimistes et des bactériologistes, sont relativement récentes et manquent encore un peu de précision sur certains points. Le Dr Smolensky pense, avec juste raison, que c'est en vulgarisant et en développant le contrôle chimique des aliments qu'on pourra améliorer la qualité de ceux-ci. C'est assurément le moyen le plus efficace, et sa généralisation rendrait la fraude impossible; la difficulté est que ce contrôle nécessite des opérations longues et délicates, pour lesquelles il faut à la fois des chimistes habiles et des laboratoires bien installés. M. Smolensky n'ignore pas cela, et ce qu'il se propose de faire connaître, ce sont des procédés de contrôle dont l'exécution soit assez rapide et assez facile pour permettre de reconnaître si les aliments sont parfaitement sains et normaux ou s'il est nécessaire de les soumettre à un contrôle plus précis.

Si nous sommes tout à fait d'accord avec M. Smolensky sur l'utilité de contrôler la pureté des aliments, nous pensons qu'il ne faut pas trop se faire d'illusion sur l'efficacité de ce contrôle. Si un examen sommaire et facile à faire permet de déceler certaines fraudes un peu grossières, il laissera sûrement échapper des fraudes plus savantes, que pourra seulement découvrir le chimiste habitué à ce genre de recherches et ayant à sa disposition un laboratoire bien installé. Ce chimiste lui-même peut quelquefois laisser échapper des fraudes ou des altérations. On en a eu un exemple lors d'une épidémie observée il y a quelque temps en Angleterre et qui n'était autre chose qu'un empoisonnement arsenical produit par des bières fabriquées avec des glucoses impurs. Cette cause a pu passer inaperçue pendant un certain temps parce que les analystes chargés de l'examen des produits alimentaires ne recherchent pas d'une façon constante l'arsenic dans les produits qu'ils examinent. On ne peut, d'ailleurs, leur en faire un grief, car il leur est matériellement impossible de faire des analyses complètes, au sens exact du mot, sur les produits qu'ils examinent d'une façon courante. Ce que l'on peut seulement demander aux analystes, c'est de diriger leurs recherches dans tel ou tel sens, suivant les points sur lesquels leur attention peut être appelée.

D'autre part, il faut reconnaître aussi que les procédés que décrit M. Smolensky, et qu'il considère comme faciles à exécuter, nécessitent déjà une pratique assez grande des manipulations chimiques; nous avons eu maintes fois l'occasion de constater qu'on s'exposait à de graves méprises en confiant à des personnes inexpérimentées l'exécution d'essais qui paraissent simples, mais qui sont, en réalité, assez délicats.

Ces observations n'enlèvent rien à la valeur du travail très complet de M. Smolensky; nous sommes simplement moins optimistes que lui au sujet des services que peuvent rendre les procédés simples de contrôle des aliments.

X. ROCQUES,

Chimiste expert des tribunaux de la Seine,
Ancien chimiste principal
du Laboratoire municipal de Paris.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 29 Février 1904.

M. le Président annonce le décès de M. **Em. Laurent**, Correspondant pour la Section d'Economie rurale.

1° Sciences mathématiques. — M. **C. Jordan** étudie les formes quadratiques invariantes par une substitution linéaire donnée (mod. p). — M. **G. Tzitzéica** indique le moyen d'obtenir la déformation continue d'une surface S dans laquelle il y a des réseaux qui restent invariables dans cette déformation. — M. **P. Duhem** énonce une condition nécessaire pour la stabilité initiale d'un milieu élastique quelconque. — M. **L. Montangerand** présente l'observation d'une occultation d'étoile par la Lune faite le 24 février à l'Observatoire de Toulouse. — M. **L. Lecornu** montre que le théorème de M. Léauté sur le frottement de pivotement demeure exact dans le cas de deux corps pressés normalement l'un contre l'autre. — M. **Sabouret** propose une méthode pour l'étude expérimentale des mouvements secondaires sur les véhicules en marche. Dans certaines voitures à allure médiocre, il a constaté que les secousses transversales *horizontales* ont une fréquence double de celle des oscillations *verticales* des ressorts de suspension.

2° Sciences physiques. — M. **R. Blondlot** : Sur une nouvelle espèce de rayons N (voir p. 234). — M. **R. Blondlot** : Particularités que présente l'action exercée par les rayons N sur une surface faiblement éclairée (voir p. 230). — M. **E. Bichat** : Sur la transparence de certains corps pour les rayons N (voir p. 234). — M. **E. Bichat** : Cas particuliers d'émission de rayons N (voir p. 239). — M. **H. Bagard** : Sur la rotation magnétique du plan de polarisation des rayons N (voir p. 234). — M. **C. Chabrié** communique quelques épreuves obtenues avec son *diastoloscope*, appareil grossissant basé sur l'emploi de deux cônes en verre à la place de lentilles. — M. **V. Crémieu** présente un stato-voltmètre, appareil basé sur l'emploi d'une méthode de zéro consistant essentiellement à équilibrer une attraction électrostatique par une répulsion électrodynamique; cet appareil permet de mesurer de 2 à 40.000 volts en équilibre stable. — M. **C. Gutton** : Sur l'action des champs magnétiques sur les substances phosphorescentes (voir p. 238). — M. **Gagnière** a observé que les étincelles données avec un interrupteur Wehnelt par le secondaire de la bobine à la fermeture et à l'ouverture du courant primaire sont suivies à l'une de leurs extrémités d'un trait bleu violacé et à l'autre d'un trait orange, en ordre inverse dans les deux cas. — M. **J. Duclaux** a reconnu que les phénomènes d'entraînement par coagulation sont de simples substitutions, aux radicaux composant le colloïde, de ceux du sel précipitant. — M. **V. Henri** décrit la méthode qui lui a permis d'étudier l'influence de la concentration et de la température sur la dissociation de l'oxyhémoglobine. — M. **A. Granger**, en chauffant le cadmium dans la vapeur d'arsenic entraînée par un gaz inerte, a obtenu un arséniure Cd^3As^2, en cristaux rougeâtres. — M. **R. Fosse**, en copulant les sels de dinaphtopyryle avec les amines aromatiques di-alcoylées, a obtenu de nouvelles bases :

— M. **J. Minguin** a préparé l'éthylidène-camphre, dont le pouvoir rotatoire, du même ordre de grandeur que celui du méthylène-camphre, est beaucoup plus élevé que ceux des éthyl et méthyl-camphres. — M. **G. Blanc** a préparé les acides αα-diméthylglutarique et αα-diméthyladipique au moyen des lactones obtenues elles-mêmes par la réduction des éthers αα-diméthylsuccinique et αα-diméthylglutarique. — M. **H. Desmots** a observé qu'une série de bactéries appartenant au groupe du *Bacillus mesentericus* attaquent les hydrates de carbone avec production d'acétylméthylcarbinol. — M. **C. Gessard** a reconnu que le chromogène des capsules surrénales est, sous l'état incolore qui résulte du manque d'oxygène, le produit, que nous ne connaissons encore que coloré, de l'action de la tyrosinase sur la tyrosine.

3° Sciences naturelles. — M. **R. Dubois** a étudié les perles de nacre, produites par l'insertion, entre la coquille et le manteau des Mollusques nacriers, d'un corps étranger qui se recouvre bientôt de nacre. Ces perles sont fragiles et ne sont brillantes que sur une de leurs faces. — M. **Aug. Charpentier** a constaté que les rayons N exercent une action très nette sur la sensibilité olfactive; réciproquement, les subtances odorantes émettent des rayons N. — M. **Ch. Richet** établit que le sulfure de calcium exerce une influence notable (activante, puis retardante) sur la marche de la fermentation lactique. — M. **L. Bull** étudie le mécanisme du mouvement de l'aile des insectes. L'extrémité de l'aile décrit, dans son battement, une lemniscate, qui est due à l'effet de la résistance de l'air. — M. **A. Dauphiné** a constaté que, dans les organes souterrains d'un certain nombre de plantes adaptées au climat alpin, la lignification est extrêmement restreinte, et réduite aux seuls vaisseaux dans les racines et dans les rhizomes dépourvus de fibres. — M. **C.-L. Gatin** a observé que la plantule des palmiers n'est pas toujours droite, mais présente chez beaucoup d'espèces une courbure qui peut devenir très accentuée. — M. **Gy de Istvanffi** conclut de ses études sur l'hivernage de l'oïdium de la vigne en Hongrie qu'un traitement hivernal s'impose : enlèvement des grappillons et serments attaqués, badigeonnage un peu avant l'éclosion des bourgeons.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 16 Février 1904.

M. le Président annonce le décès de M. **A. Liétard**, Correspondant national. — M. le Dr **Enriquez** lit un Mémoire sur la sécrétine, médication acide duodénale, stimulatrice des fonctions sécrétiniques chez l'homme. — M. le Dr **Darier** donne lecture d'un travail sur l'action analgésiante et névrosténique du radium.

Séance du 23 Février 1904.

L'Académie procède à l'élection d'un membre titulaire dans la Section d'Hygiène publique, Médecine légale et Police médicale. M. **Vaillard** est élu. — M. le Dr **Doyen** lit un Mémoire sur le traitement du cancer. — M. le Dr **Golesceano** donne lecture d'un travail intitulé : Critique sur les gargarismes et les avantages des grandes irrigations bucco-pharyngées.

Séance du 1er Mars 1904.

L'Académie procède à l'élection d'un membre dans la Section de Médecine vétérinaire. M. **Benjamin** est élu. — M. **Kermorgant** présente un Rapport sur les maladies épidémiques et contagieuses qui ont régné dans les colonies françaises en 1902. — M. **F. de Ranse** décrit un syndrome pelvi-abdominal chez la femme, comprenant divers symptômes, douleurs, névralgies, hyperes-

thésies, spasmes, troubles vaso-moteurs, congestions, ptoses, troubles fonctionnels, etc., s'étendant aux trois appareils génital, digestif et urinaire. Ce syndrome doit être considéré soit comme une forme fruste de l'hystérie ou de la neurasthénie, soit comme une expression morbide protopathique, que l'auteur appelle névropathie pelvi-abdominale. — M. le Dr **Lagardelit** un travail sur la technique et une instrumentation nouvelle pour les injections de paraffine.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 20 Février 1904.

M. **G. Seurat** a constaté qu'il n'y a pas d'Huîtres perlières dans le lagon de Temoe. — M. **A. Giard** décrit une faunule caractéristique des sables à Diatomées d'Ambleteuse (Pas-de-Calais). L'espèce dominante est l'*Actinocyclus* (*Eupodiscus*) *Roperi*; elle est accompagnée de nombreux Flagellates (*Oxyglossa velox*) et de Turbellariés Rhabdocœles (*Cicerina tetradactyla*, *Protodrilus symbiotieus*, etc.). — M. **Aug. Pettit** a étudié le foie de l'*Alligator lucius* Cuv.; il est formé de cordons cellulaires, parcourus par un canalicule central; par places, on trouve des masses pigmentaires. — M. **H. Cristiani** indique un procédé de contrôle du pouvoir cytolytique qui consiste à soumettre du tissu thyroïdien sain à l'action de sérums divers et à constater quel résultat il donne ensuite lorsqu'il est greffé. — M. **Ch. Richet** a constaté que les deux substances toxiques du venin des Actinies sont antagonistes l'une de l'autre : la congestine est anaphylactique, alors que la thalassine est prophylactique. — M. le Dr **Troussaint** indique un procédé simple pour mettre en évidence le colibacille dans les eaux qui le renferment en très petite quantité. — M. **P. A. Zachariadès** montre qu'il existe des fibrilles conjonctives sans collagène, qui ne gonflent pas dans les solutions acides, et qui, par conséquent, sont réduites, pour ainsi dire, à leurs filaments axiles. — M. **Gallaud** a constaté que les mycorhizes endophytes, au moins pour les Orchidées, sont des Champignons du genre *Fusarium*. — Mlle **L. Stern** a observé que le pouvoir hémolytique des sérums sanguins normaux présente des différences individuelles considérables. Vis-à-vis des globules de lapin, les sérums se présentent, quant à la valeur moyenne de leur pouvoir hémolytique, dans l'ordre décroissant suivant : sérum de chien, de bœuf, de mouton. — M. **H. Vincent** a observé que la stomatite ulcéro-membraneuse primitive n'est pas toujours due à une infection mixte par les spirilles et les bacilles fusiformes, mais qu'elle peut être occasionnée par l'association d'autres microbes. — MM. **D. Courtade** et **J. F. Guyon** montrent que l'excitation du pneumogastrique provoque la contraction brusque de la vésicule biliaire. — M. **L. Marchadier** a reconnu que l'alcool est un anticoagulant remarquable dans la mesure d'une partie d'alcool pour quatre de sang. — MM. **Ambard** et **Beaujard** étudient les relations entre l'hypertension artérielle et la rétention chlorurée. — MM. **C. Delezenne** et **A. Frouin** établissent que la sécrétion physiologique du suc duodénal se fait sous l'influence du même excitant que la sécrétion pancréatique et la sécrétion biliaire, et c'est le passage du liquide acide de l'estomac dans l'intestin qui excite simultanément les trois organes glandulaires dont les sucs sont nécessaires à la digestion intestinale.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE NANCY

Séance du 9 Février 1904.

M. **Aug. Charpentier** : Nouvelles observations sur les rayons N physiologiques (voir p. 240). — M. **Ed. Meyer** : Emission de radiations N par les végétaux maintenus à l'obscurité (voir p. 241). — M. **X. Mathieu** a constaté que, dans certaines intoxications, l'inexcitabilité périodique du cœur est notablement prolongée. — MM. **P. Ancel** et **P. Bouin** montrent que le développement du tractus génital avec ses annexes et l'apparition de l'instinct sexuel chez le jeune animal sont sous la dépendance de la glande interstitielle, comme le maintien de l'intégrité du tractus et de l'activité génitale chez l'adulte. — Les mêmes auteurs montrent que les différences morphologiques constatables dans les cellules interstitielles chez le vieillard, les animaux âgés et les infantiles expérimentaux correspondent à des différences physiologiques concernant l'instinct sexuel et les caractères sexuels secondaires. — MM. **P. Ferret** et **A. Weber** mettent en évidence la spécificité de l'action tératogénique de la piqûre des enveloppes secondaires dans l'œuf de poule. — Les mêmes auteurs poursuivent leur étude des malformations du système nerveux central obtenues expérimentalement chez l'embryon de poulet : anomalies des ébauches oculaires primitives, cloisonnements et bourgeonnements du tube nerveux.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE MARSEILLE

Séance du 23 Février 1904.

M. **Boinet** montre que l'abondance des peptones dans le liquide ascitique d'un cirrhotique permet de diagnostiquer, pendant la vie, une oblitération complète du tronc de la veine porte. — MM. **Huon** et **Monier** font voir qu'on peut éviter les accidents produits par les conserves de viande : 1° en exigeant que le bétail abattu pour la conserve soit bien reposé; 2° en rejetant de la conserve le bétail qui présente une lésion aiguë ayant déterminé une réaction fébrile; 3° en rejetant de la conserve le bétail présentant des lésions chroniques graves. — MM. **Alezais** et **Bricka** ont étudié les lésions des muscles chez le lapin rabique. — MM. **Oddo** et **Olmes** ont observé que les injections sous-cutanées de doses massives d'huile phosphorée au centième entraînent la mort du cobaye en 24 heures avec dégénérescence graisseuse du foie nulle ou peu marquée. — M. **M. Arthus** a constaté que le liquide du transsudat péritonéal de cheval ne contient pas de thrombogène; ce dernier n'apparaît que dans le sang extravasé. — MM. **J.-C. Gauthier** et **A. Raybaud** montrent que l'étude de l'agglutination du bacille de Yersin peut fournir des renseignements pratiques importants; pour cela, certaines conditions sont nécessaires : emploi d'un sérum non chauffé, usage d'une température constante. Dans ces conditions, l'agglutinabilité du bacille de Yersin par un sérum spécifique semble devoir permettre l'identification rapide de cultures soupçonnées pesteuses.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 19 Février 1904 (suite).

M. **Ch.-Ed. Guillaume** a donné, dans une précédente communication, les valeurs de la résistivité et de sa variation avec la température pour quelques-uns des alliages de fer et de nickel doués de propriétés réversibles. Des recherches ultérieures ont permis de compléter ces premiers résultats, et de tracer le diagramme ci-joint (fig. 1) qui donne, pour toute la série des aciers au nickel réversibles, les valeurs des deux paramètres de la résistivité à 0° : sa valeur absolue et sa variation avec la température. Ce diagramme, communiqué dans le courant de l'été dernier à MM. Hagen et Rubens, les a engagés à étendre à la série des aciers au nickel les admirables recherches qu'ils ont consacrées à la mise en évidence d'une relation prévue par la théorie entre la résistivité et l'émissivité des métaux (Voir les *Annales de Chimie et de Physique*, numéro de février 1904). Ainsi que M. H. Le Chatelier l'a indiqué autrefois, le passage des aciers au nickel irréversibles de l'état non magnétique à l'état magnétique abaisse considérablement leur résistivité, et élève leur coefficient de variation; ce fait a été vérifié par MM. Hagen et Rubens, ainsi que le montre le segment de courbe M, correspondant aux alliages rendus magnétiques par le refroidissement dans l'air liquide.

tracé d'après leurs expériences, tandis que la courbe NM, qui se relie à la courbe des alliages réversibles, correspond, d'après les mesures de M. Guillaume, aux mêmes alliages à l'état non magnétique. La courbe pour les alliages irréversibles magnétiques se relie sans doute d'une façon continue aux valeurs correspondant au fer à la température ordinaire. Pour la variation de la résistivité avec la température, des alliages de teneurs voisines ont fourni parfois des nombres sensiblement différents; la courbe correspondante ne donne donc que des résultats approchés. La valeur déterminée par MM. Hagen et Rubens sur un alliage à 56 pour 100 de nickel est très légèrement supérieure à 0,004, ce qui conduirait à admettre un maximum accentué du coefficient de variation pour une teneur voisine de 60 pour 100 de nickel. Ce fait demande à être vérifié par l'étude d'un certain nombre d'alliages autour de ce maximum supposé. M. Guillaume a trouvé que les alliages recuits ont une résistivité un peu inférieure à celle des mêmes alliages écrouis, avec un coefficient de variation un peu plus élevé.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 26 Février 1904.

M. Brunel expose les résultats qu'il a obtenus en appliquant aux phénols la méthode d'hydrogénation de MM. Sabatier et Senderens. En opérant à une température de 165-170° en présence d'un excès d'hydrogène, les phénols sont régulièrement hydrogénés et donnent les alcools hydroaromatiques correspondants par fixation de 6 atomes d'H sur le noyau. Lorsque la température dépasse 170°, l'action catalytique du nickel sur les alcools formés dédouble ceux-ci en cétone et hydrogène. Ce dédoublement, découvert par MM. Sabatier et Senderens, a été étudié par eux dans diverses séries. A 200°, la quantité d'acétone formée représente une portion du mélange pouvant dépasser la moitié de celui-ci. La réaction d'hydrogénation a été appliquée au phénol ordinaire, au thymol et au carvacrol. Le phénol fournit très facilement le cyclohexanol $C^6H^{11}OH$, avec un rendement sensiblement théorique. Le thymol est transformé en un liquide huileux incolore, à odeur forte de menthe, bouillant à 214°,5-217°. C'est un mélange de deux stéréoisomères $C^{10}H^{19}.OH$, l'un liquide, bouillant à 214°,5, l'autre cristallisé en longues aiguilles prismatiques, fusibles vers 28°, bouillant à 217°. L'hydrogénation du carvacrol est plus lente que celle des phénols précédents. Après complète réaction, on obtient un liquide huileux à odeur de thym et de safrol, bouillant à 218-221°. Il est constitué par deux stéréoisomères qui n'ont pas encore été séparés. L'auteur continue ses recherches sur les alcools ainsi préparés. — **M. Alb. Colson** a étudié l'action du chlore sec sur les acétates anhydres en solution dans l'acide acétique pur, de façon à éliminer les réactions d'oxydation dues à l'action du chlore sur l'eau : L'acétate de plomb donne le tétracétate, dont la réaction sur l'eau donne lieu à des actions thermiques particulières; l'acétate de baryum donne un acétochlorure acide; les autres acétates alcalino-terreux donnent des chlorures; l'acétate de calcium paraît être le type d'une classe particulière d'acétates, et l'action de l'acide sulfureux sur ce corps confirmerait et étendrait cette manière de voir. M. Colson poursuit ses expériences sur ce sujet. — **M. A. Haller** communique à la Société, au nom de **M. A. Guyot** et au sien, des recherches entreprises sur l'action du bromure de phénylmagnésium sur l'anthraquinone. Ils ont obtenu une combinaison répondant à la formule :

qu'ils considèrent comme du γ-diphényl-γ-dihydroxydihydrure d'anthracène. — **M. A. Haller** demande également l'ouverture d'un pli cacheté, déposé le 26 mars 1901, au nom de **M. A. Guyot** et au sien, sur le produit de condensation préparé en traitant une solution acétique de phénol et d'aldéhyde *o*-nitrobenzoïque par de l'acide chlorhydrique. Des recherches récentes sur le même sujet, publiées dans une thèse inaugurale à Marbourg, par M. K. Siebert, obligent les auteurs à communiquer leurs premiers résultats. Comme le savant allemand, MM. A. Haller et Guyot ont obtenu, dans cette réaction, des aiguilles jaunes, d'un corps $C^{13}H^8AzO^2Cl$, fondant au-dessus de 200° et possédant encore la fonction phénolique. Il est, en effet, soluble dans les alcalis et donne naissance à un dérivé méthylé (F. 144°), à un dérivé benzylé (F. 142°) et à un éther benzoïque (F. 231°). Les solutions alcooliques de ce composé fournissent, avec des traces d'alcali, des liqueurs qui possèdent une fluorescence analogue à celle de la fluorescéine. — **M. P. Freundler** expose les résultats de ses recherches sur la méthode d'acylation en présence de pyridine. Il a déterminé les conditions de préparation des dérivés amidés secondaires et tertiaires, et il signale à ce propos quelques réactions de déplacement qui s'effectuent à basse température. M. Freundler établit ensuite d'une façon définitive que la benzoylation est plus énergique à chaud, en solution pyridique, qu'à froid, en présence de soude ou de potasse. Il montre également que l'emploi de la première méthode est limité par des réactions secondaires, et que le chlorure de benzoyle réagit en présence de la pyridine sur différents groupements fonctionnels (éther-sel, éther-oxyde, CH^2 malonique, etc.). — **M. Simon** expose la suite de ses recherches sur les uréides.

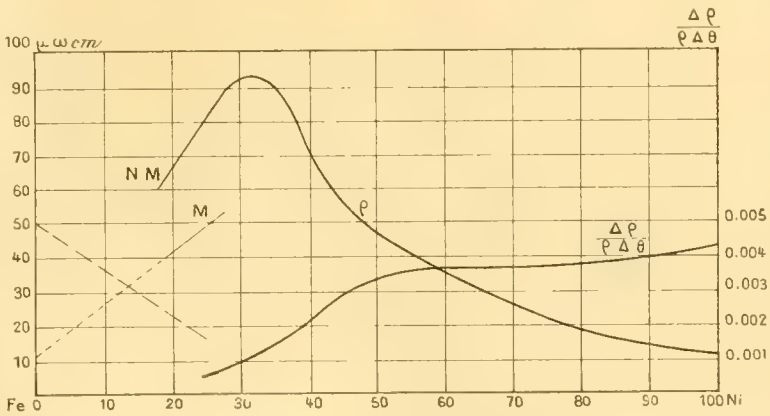


Fig. 1. — *Valeur absolue et variation avec la température de la résistivité des aciers au nickel réversibles.*

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 21 Janvier 1904.

1° Sciences mathématiques. — **M. A.-G. Greenhill** : La troisième intégrale elliptique et le problème ellipsotonique. — **Lord Rayleigh** : Sur l'ombre acoustique d'une sphère, avec un Appendice donnant les valeurs

des fonctions de Legendre de P_0 à P_{20} à intervalles de 5, par M. **O. Lodge**.

2° Sciences naturelles. — MM. **E.-F. Bashford** et **J.-A. Murray** communiquent leurs recherches sur la *distribution zoologique, la nature des mitoses et la transmissibilité du cancer*. Des tumeurs malignes ont été observées chez la vache, la génisse, le chien, le cheval, la jument, le mouton, le porc, la souris blanche, la souris jaune, le chat, la poule, la salamandre, la morue, le rouget et la truite. L'augmentation progressive des tumeurs malignes est due à la division et à l'augmentation de volume de leurs cellules constituantes. Le processus de division cellulaire est généralement indirect, la division mitotique du noyau précédant la division du protoplasme. Cette dernière manque fréquemment, et il se forme des cellules multinucléées qui peuvent entrer ultérieurement en mitose en formant des figures pluripolaires. La succession frappante des mitoses caractéristiques a été observée dans toutes les tumeurs malignes examinées, tandis qu'elle faisait défaut dans les tumeurs bénignes. La transmission du cancer de l'homme aux animaux, ou d'un animal à un autre d'une espèce différente, n'a pu être obtenue. Les seules transplantations suivies de succès ont été celles d'animal atteint de tumeur maligne à animal de la même espèce. — MM. **F.-W. Oliver** et **D.-H. Scott** ont étudié une graine fossile des couches carbonifères inférieures, la *Lagenostoma Lomaxi*, et montrent qu'elle provient de plantes carbonifères bien connues, les *Lyginodendron*.

Séance du 28 Janvier 1904.

Sciences naturelles. — M. **R. Stæhelin** a étudié le rôle joué par le benzène dans l'empoisonnement par le gaz d'éclairage. Il arrive aux conclusions suivantes : 1° Le gaz d'éclairage produit d'abord l'excitation, puis la roideur du muscle de grenouille isolé; 2° Des grenouilles exposées au gaz d'éclairage présentent des phénomènes excitatoires qui font défaut quand l'animal est placé dans une atmosphère de CO ou d'azote; 3° Les effets spécifiques du gaz d'éclairage sur les grenouilles sont déterminés par la présence du benzène dans ce gaz et peuvent être produits par de l'air contenant la même quantité de benzène; 4° Il n'y a pas de raison pour supposer que l'effet toxique du gaz d'éclairage sur les Mammifères soit déterminé par un autre facteur que sa teneur en CO. — MM. **S.-G. Shattock** et **C.-G. Seligmann** communiquent leurs observations sur l'*acquisition des caractères sexuels secondaires, indiquant la formation d'une sécrétion interne par le testicule*. Chez les jeunes moutons et volailles d'Herdwick, l'occlusion du *vasa deferentia* n'empêche pas l'acquisition complète des caractères mâles secondaires; il s'ensuit que la décharge du sperme n'est en aucune façon la cause de la production de ces caractères. La production des caractères secondaires n'est pas due à des changements métaboliques provoqués par un réflexe nerveux provenant de la fonction physique du mécanisme sexuel. Cela est évident dans les cas de caponisation incomplète où les greffes, dépourvues de canaux communiquant avec l'extérieur, et constituées de tubes seulement, sont réellement des glandes sans canal éférent; les résultats métaboliques de leur fonction sont attribuables à l'élaboration d'une sécrétion interne et à son absorption par la circulation générale. — MM. **S.-M. Copeman** et **F.-G. Parsons** présentent leurs recherches expérimentales, effectuées pendant quinze mois, sur le *sexe des souris*. Voici leurs conclusions : 1° Le nombre des naissances mâles est légèrement plus élevé que celui des naissances femelles; 2° certains mâles engendrent une proportion beaucoup plus grande de mâles, d'autres une proportion plus grande de femelles; 3° il y a quelques preuves que cette tendance est héréditaire; 4° certaines femelles tendent à donner naissance à un excès de mâles ou de femelles, mais les faits ne sont pas aussi concluants que pour les mâles; 5° la procréation entre un mâle et l'un de ses descendants pendant 5 générations a lieu sans perte de fertilité ou dégénération corporelle apparente; 6° le nombre moyen des jeunes dans une portée, déduit de l'observation de 73 portées, est de 6,7; 7° dans les grandes portées, plus de jeunes sont exposés à être dévorés par la mère que dans les petites portées; 8° dans les grandes portées, la proportion des femelles est plus grande que dans les petites; 9° les femelles âgées de plus de six mois produisent plus de mâles que les femelles d'âge inférieur; 10° la température et l'époque de l'année où se produit l'imprégnation semblent exercer une influence faible ou nulle sur la proportion des descendants mâles ou femelles. — M. **G.-E. Smith** étudie la morphologie de la région rétrocalcarine du *Cortex cerebri*. — M. **H.-H. Dale** communique ses recherches sur les « *îlots de Langerhans* » *du pancréas*. Ses observations ont été faites sur le pancréas du chien, du chat, du lapin et du crapaud. Le pancréas a été durci dans un mélange de sublimé corrosif et de formaldéhyde, puis des sections coupées dans de la paraffine et colorées avec du bleu de toluidine et de l'éosine. Les îlots apparaissent à un faible grossissement, comme des surfaces relativement incolores. Le pancréas a été examiné à l'état de repos (activité normale), à l'état d'épuisement produit par l'administration prolongée de sécrétine, et à l'état d'inanition. L'épuisement est produit chez les Mammifères (le chat et le chien) par des injections répétées de sécrétine dans la veine jugulaire pendant six à douze heures, accompagnées de saignées vers la fin de l'expérience, jusqu'à ce que le pancréas cesse ou cesse presque de sécréter. Les animaux étaient anesthésiés par de la morphine et un mélange d'alcool-chloroforme-éther. Pour le crapaud, la sécrétine a été injectée dans le sac lymphatique dorsal, à l'aide d'une aiguille hypodermique, pendant deux à quatre jours. L'effet d'inanition a été observé sur un chat égaré, très amaigri, et tué immédiatement, et sur des crapauds qui avaient été pendant plusieurs mois dans le bassin du laboratoire. On a observé les formes intermédiaires décrites par Lewaschew dans les glandes fondamentales de toutes les espèces, les îlots étant formés par une assimilation de l'épithélium sécrétant aux cellules centro-acinaires et l'épithélium des ductules, avec un réarrangement ultérieur des cellules résultant de la formation de larges capillaires sanguins tortueux. On a aussi trouvé, chez le crapaud, une preuve de la reconstruction des alvéoles de sécrétion aux dépens des îlots et de la multiplication cellulaire au stade d'îlot. L'effet de l'épuisement s'est manifesté de la même façon dans tous les cas : une transformation très étendue du tissu sécrétoire de la glande, en de grands îlots, à contours irréguliers, conservant des traces visibles de leur première structure alvéolaire, et contenant de nombreuses formes intermédiaires. Chez un chien, on a constaté que la plus grande partie d'un lobe, chez un crapaud que la plus grande du pancréas, étaient ainsi transformées. L'effet d'une inanition prolongée est, en somme, presque identique à celui de l'épuisement, mais un peu plus faible. L'auteur a aussi fait des expériences sur le chien et le lapin afin d'observer l'effet de l'occlusion du conduit pancréatique. Dans tous les cas, il en est résulté une fibrose interstitielle. Les surfaces du pancréas non détruites ont revêtu l'état d'îlots, mais les îlots préformés n'ont présenté aucune immunité spéciale vis-à-vis de la destruction. Les expériences laissent indécise la question de la fonction des îlots, mais les résultats de l'occlusion du conduit sont en faveur des vues de Laguesse, d'après lesquelles ils représentent un état de sécrétion interne dans la vie du tissu pancréatique.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 26 Février 1904.

M. **B. Bonniksen** présente un nouveau dilatomètre, destiné d'abord à mesurer la dilatation des balanciers

des montres, et applicable ensuite à la détermination du coefficient de dilatation de substances employées sous forme de fils de 1 1/4 pouce de longueur. — **M. W. Watson** décrit un magnétographe à fil de quartz pour force verticale. L'auteur a eu en vue de réduire le moment d'inertie du système suspendu, afin de déterminer les variations à période rapide du champ terrestre. Le principe de l'instrument consiste à suspendre un aimant à une fibre de quartz horizontale, maintenue tendue au moyen d'un ressort. Le centre de gravité de l'aimant et la torsion de la fibre sont disposés de telle façon que l'axe de l'aimant soit horizontal. Toute variation de la force verticale produit une rotation de l'aimant autour de la fibre, enregistrée au moyen d'un miroir attaché à l'aimant. — **M. G. W. Walker** montre que le phénomène observé par Quincke (abaissement du niveau d'une solution de chlorure ferrique dans un tube capillaire relié à une boule lorsqu'on porte le tout entre les deux pôles d'un électro-aimant) peut s'expliquer par la seule considération de tensions magnétiques d'ordre électrique. — **M. W. Watson** signale quelques difficultés dans la préparation des diagrammes et les moyens de les surmonter. — **M. R. J. Sowter** présente un électroscope portatif à haut isolement, spécialement adapté à la mise en évidence et à la mesure du pouvoir de décharge des substances radio-actives.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 17 Février 1904.

M. R. J. Friswell communique ses observations sur quelques modifications intramoléculaires et originairement réversibles s'étendant sur de longues périodes de temps. — **M. G. W. F. Holroyd**, en saturant par l'acétylène une solution éthérée de bromure de phénylmagnésium et abandonnant au repos, a observé au bout de quelques jours le dépôt de cristaux octaédriques. Ceux-ci, qui semblent répondre à la composition $C^8H^{21}O^3Br^3Mg^2$, sont décomposés par l'eau avec précipitation d'hydrate de magnésie et mise en liberté d'éther. Leur formule développée paraît être $Mg^2Br^3.OH.2(C^2H^5)^2O$; ce serait une combinaison d'oxybromure de Mg, de bromure de Mg et d'éther. — **MM. F. S. Kipping** et **A. H. Salway** étudient l'arrangement dans l'espace des groupes combinés à un atome d'azote trivalent. Leur conclusion est que les trois groupes ainsi que l'atome d'Az sont situés dans un même plan et aussi symétriquement que possible. Ils n'ont obtenu, dans aucun cas, d'isomères chez les corps de ce type. — **M. Al. Mc Kenzie** est parvenu à résoudre l'acide mandélique racémique par éthérification avec le bornéol ou le menthol et hydrolyse fractionnée des éthers obtenus. — **M. A. E. Dixon** a obtenu le trithiocyanate de phosphore $P(CAzS)^3$ par l'action de PCl^3 sur le thyocyanate d'ammonium sec en présence de benzène; c'est une huile bouillant à 163° sous 15 millimètres. On obtient de la même façon, par l'action de $POCl^3$, le trithiocyanate de phosphoryle, $PO(CAzS)^3$, huile bouillant à 175° sous 21 millimètres. — **M. Ch. Ed. Fawsitt** a constaté que les densités des solutions aqueuses de certaines substances organiques montrent, à un haut degré, la propriété additive. Ainsi les densités de l'urée, de la méthylurée et de l'*as*-diméthylurée en solution sont respectivement de 1,0155, 1,0137 et 1,0107, tandis que celles des solutions d'ammoniaque, de méthylamine et de diméthylamine sont : 0,9932, 0,9886 et 0,9856. — **M. A. L. Stern** montre que le produit de l'action des acides dilués sur la cellulose, constitué soi-disant par de l'hydrocellulose, n'est en réalité que de la cellulose modifiée, car sa composition élémentaire est identique à celle de la cellulose. — **M. F. D. Chattaway** a constaté que les diacylanilides, chauffées en présence de HCl ou de $ZnCl^2$, subissent une transposition intramoléculaire en acylaminocétones isomères. Les dérivés acylchloraminés des cétones aromatiques subissent de même un réarrangement intra-moléculaire, l'halogène lié à l'azote changeant de place avec un atome d'hydrogène attaché au noyau en ortho ou para.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BERLIN

Séance du 21 Janvier 1904.

M. F. Braun a essayé de réaliser l'expérience des réseaux électriques de Hertz dans la région du spectre visible. On sait que, dès 1888, Hertz a fait voir que les oscillations électriques traversant l'air et venant tomber sur un réseau de fils métalliques se décomposent en deux composantes : alors que la vibration parallèle aux fils est réfléchie, la vibration normale est transmise sans affaiblissement appréciable. Il va de soi que la production de phénomènes analogues dans la région du spectre visible constituerait une preuve de plus de l'identité des oscillations visibles lumineuses avec les oscillations électriques. Or, en 1886, le Professeur Kundt avait fait l'expérience suivante : Ayant produit sur des plaques de verre, placées horizontalement au-dessous d'un mince fil métallique vertical à une distance de quelques millimètres, des miroirs métalliques (de la forme d'un cône extrêmement aplati) par la projection du fil métallique servant de cathode dans l'espace raréfié, ce savant a étudié une couche métallique pareille en lumière sensiblement parallèle, entre deux nicols entrecroisés; il a observé que la plaque métallique éclaircissait le champ visuel, en même temps qu'il s'est détaché une croix noire aux bras parallèles aux plans de polarisation. M. Kundt avait interprété ce phénomène comme une double réfraction due à l'orientation des particules projetées. A l'inverse de cette interprétation, contredite par la nature généralement isotrope des métaux, l'auteur suggère l'hypothèse que les particules orientées en direction radiante, bien que se présentant au microscope comme couche homogène, se comportent comme un réseau de Hertz. Il réussit, en effet, à démontrer la justesse de cette hypothèse et l'analogie parfaite du phénomène de Kundt avec les phénomènes présentés par les réseaux électriques de Hertz. Citons, parmi les applications de ce phénomène suggérées par l'auteur, la discussion des images microscopiques de coupes minces des tissus organiques colorés à l'or. — **MM. J. Bernstein** et **A. Tschermak** ont étudié les phénomènes thermiques présentés par l'organe électrique de la *Torpedo*. Les recherches physiologiques jusqu'ici faites dans cette voie ont eu pour objet d'établir l'intensité, la direction et la durée des chocs. On a ainsi trouvé que les décharges se décomposent en impulsions individuelles de courte durée, suivant toujours la même direction. Les éléments juxtaposés dans les colonnes de l'organe prendraient une tension négative du côté de l'entrée de la fibre nerveuse. Quant à ce qui concerne la cause des différences de potentiel produites dans ces éléments, les recherches jusqu'ici faites n'ont cependant pas pu donner d'explication plausible. Or, d'après les récentes théories thermodynamiques des piles galvaniques, il convient de distinguer les piles exothermiques, s'échauffant pendant le fonctionnement, des piles endothermiques, se refroidissant pendant qu'elles fonctionnent. Alors que la force électromotrice des premières diminue, celle des secondes s'accroît à température croissante. Or, voici les expériences que viennent de faire les auteurs, pour la plupart à la Station zoologique de Naples. Pour déterminer les variations de température de l'organe électrique des Poissons, on s'est servi de piles fer-constantan à dix ou vingt éléments, plongées dans les organes détachés ou introduites entre les deux organes d'un même poisson; un galvanomètre Rubens extrêmement sensible se trouvait en relation avec la pile; l'irritation de l'organe a été produite à partir des nerfs au moyen des courants d'une bobine d'induction, agissant le plus souvent pendant une seconde. Comme il était impossible de déterminer l'énergie électrique de la décharge par la méthode électrique de l'électrodynamomètre, les auteurs ont

déterminé la quantité de chaleur développée dans le circuit extérieur au moyen d'un thermomètre électrique à air analogue à celui de Riess. Ces expériences ont donné le résultat remarquable que les variations de température que subit l'organe irrité sont extrêmement faibles : c'est dire que l'organe électrique se distingue essentiellement des muscles par ses phénomènes thermiques; il ne peut donc être assimilé aux piles fonctionnant d'une façon exothermique avec des dégagements considérables de chaleur chimique. Il paraît même probable que cet organe électrique constitue une pile endothermique, et même une pile de concentration. Il semble qu'au point de vue des phénomènes thermiques cet organe ressemble aux tissus nerveux bien plutôt qu'aux tissus musculaires. Ces recherches sont confirmées par des expériences ultérieures faites en vue de trouver le coefficient de température de la puissance des chocs. ALFRED GRADENWITZ.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Séance du 19 Février 1904.

M. **E. Hagen** rend compte des expériences qu'il vient de faire, de concert avec M. **H. Rubens**, sur le pouvoir d'émission et la conductivité électrique des alliages métalliques. Dans un Mémoire antérieur, les expérimentateurs avaient fait voir que la conductivité électrique des métaux est reliée au pouvoir de réflexion R pour les grandes longueurs d'onde et à la longueur d'onde elle-même par l'équation :

$$(100 - R)\sqrt{\varkappa} = C_\lambda = \frac{K}{\sqrt{\lambda}}.$$

Cette loi, trouvée par voie purement expérimentale, se déduit, comme l'ont fait voir MM. P. Drude, E. Cohn et M. Planck, de la théorie électromagnétique de la lumière à condition d'y négliger l'influence des molécules. La valeur théorique de la constante K, à savoir 36,50, concorde très bien avec les valeurs trouvées par l'expérience. Or, dans le présent travail, les auteurs continuent ces recherches en vue de fournir une confirmation ultérieure de la loi en question. Ils s'adressent surtout à une série aussi étendue et aussi variée que possible d'alliages métalliques, contenant les métaux Ag, Au, Pt, Ni, Fe, Zn, Cd, Sn, Pb, Al, Mg, Bi, Cu, et dont la conductivité électrique, à la température de l'expérience, varie entre 1 et 30. Les expérimentateurs (sur le conseil de M. Ch.-Ed. Guillaume) se sont surtout occupés des aciers au nickel, qui, d'après les mesures du savant suisse, montrent des conductivités fortement variables, présentant un minimum très accentué pour une teneur en nickel de 30 %. Les alliages nickel-acier se prêtent, d'autre part, éminemment aux vérifications de la loi d'émission en raison du poli excellent dont ils sont susceptibles, et de leur conductivité peu élevée et fortement variable avec la composition. Une propriété tout particulièrement précieuse de ces alliages est l'existence de deux modifications essentiellement différentes et parfaitement stables dans des limites de température étendues, à conductivités différentes, et dont l'une est magnétique et l'autre non magnétique. Le pouvoir d'émission de ces modifications pour les grandes longueurs d'onde doit évidemment éprouver des variations correspondant au passage de l'une dans l'autre. En étudiant à l'état fondu le bismuth pur aussi bien que quelques alliages connus de bismuth, les auteurs font voir, d'ailleurs, que ces matières à l'état liquide se comportent d'une façon tout à fait normale au point de vue de leur pouvoir d'émission, tandis que le bismuth solide paraît être la seule substance réfractaire à la loi en question. La constance du produit $(100-R)\sqrt{\varkappa}$, calculé d'après les données expérimentales des auteurs, est fort satisfaisante, surtout en ce qui concerne les aciers au nickel. Les valeurs de la conductivité électrique de ces derniers concordent assez bien avec les valeurs trouvées par M. Guillaume. L'accord entre l'expérience et la théorie, plus satisfaisant que dans le travail antérieur des auteurs, est, semble-t-il, dû surtout au fait que la conductivité et le pouvoir d'émission ont toujours été déterminés sur le même échantillon.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 4 Février 1904.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **Aug. Adler** démontre que l'ombre du conoïde de Plücker sur tout plan normal à la ligne double est une hypocycloïde de Steiner, excepté en éclairement parallèle. — M. **F. Ehrenhaft** étudie les vibrations électromagnétiques de l'ellipsoïde de rotation.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — MM. **F. Henrich** et **A. Wirth** montrent qu'en solution faiblement acide, l'hydroxylamine réagit sur la dypnone avec formation d'une oxime F. 134°, tandis qu'en solution alcaline il se forme une combinaison isonitrosée isomère F. 78°. Cette isomérie s'explique par la théorie de Hantzsch-Werner. — M. **H. Meyer** décrit les modes de préparation de l'éther méthylique vrai de l'acide mucique bromé et des éthers méthylique et éthylique vrais de l'acide phtalaldéhydique au moyen des chlorures de ces acides. — Le même auteur a préparé le deuxième éther méthylique de l'acide *o*-benzoylbenzoïque, F. 80-81°. — M. **E. Senft** décrit une méthode pour la recherche microchimique du sucre au moyen de l'acétate de phénylhydrazine; le réactif est employé en solution glycérinée; en présence de sucre, il se forme des osazones caractérisables par leur couleur jaune et leur forme cristalline. — M. **R. Ditmar** a fait agir de l'acide nitrique concentré sur diverses espèces de caoutchouc. Le corps jaune amorphe obtenu paraît être un acide dinitrodihydrocuminique.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. **A. Exner** a constaté que les rayons du radium améliorent rapidement les sténoses dues aux tumeurs carcinomateuses de l'œsophage. — M. **K. Linsbauer** a étudié un certain nombre de feuilles de plantes Monocotylédonées au point de vue de l'action d'orientation de la lumière. La plupart des feuilles sont à l'obscurité et à la lumière géotropiquement négatives; plusieurs sont en même temps héliotropiquement positives. La courbure des feuilles observée à la lumière est due à la photonastie. Les feuilles aphotométriques acquièrent leur position à la lumière par des courbures spontanées géotropiquement négatives.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 30 Janvier 1904 (suite).

M. C. A. Lobry de Bruyn présente au nom de M. **A. W. Visser** : *Actions d'enzymes considérées comme des réactions d'équilibre dans un système homogène.* Les considérations de l'auteur se basent sur la remarque que les réactions dues aux enzymes sont réversibles. Les résultats de ses déductions mathématiques paraîtront ailleurs. Ici, il ne donne que l'énoncé des résultats principaux de ses expériences. — M. L. Bolk présente au nom de M. **A. J. P. van den Broek** : *Les enveloppes embryonaires et le placenta de Phoca vitulina.* — M. **J. van Bemmelen** lit le rapport de la Commission géologique; ensuite il présente un Mémoire de M. **J. Lorié** : *Description de quelques nouveaux percements du sol.* — M. **K. Martin** présente un exemplaire de la troisième livraison de son *Reisen in den Molukken, in Ambon, den Uliassern, Seran (Ceram) und Buru* (Voyages dans les Molucques, etc.). — M. **A. F. Holleman** présente la thèse de M. **G. L. Voerman** : *Een quantitatief onderzoek, enz.* (Recherche quantitative sur la théorie de tension de M. Baeyer). P. H. SCHOUTE.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

PARIS. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

15e ANNÉE N° 7 15 AVRIL 1904

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

H. Perrotin. — Les deuils se succèdent. Après M. Callandreau, M. Perrotin, directeur de l'Observatoire de Nice, vient d'être enlevé aux siens, à ses amis, à la Science qu'il servait avec autant de zèle que d'abnégation. Si nous ne pouvons, ici, retracer par le détail cette vie si bien remplie, nous voulons, du moins, rendre un dernier hommage à l'homme de bien et au savant dont la carrière a été si soudainement brisée.

M. Perrotin s'est consacré tout entier à l'Astronomie, qui lui est redevable de nombreuses découvertes et de travaux importants. Après avoir étudié, à l'Observatoire de Toulouse, sous la direction de M. Tisserand, il fut nommé, en 1880, directeur de l'Observatoire de Nice, à la fondation duquel il contribua pour une large part, et conserva ces fonctions jusqu'à sa mort.

On lui doit, pendant son séjour à l'Observatoire de Toulouse, un Mémoire consacré à la théorie de Vesta, et divers travaux d'observation, parmi lesquels la découverte de la planète Nemausa et de cinq astéroïdes (138), (149), (163), (170), (180), des observations régulières et nombreuses des taches du Soleil, des satellites de Jupiter et de Saturne, et les calculs des éléments et éphémérides des planètes Tolosa et Méduse.

Mais l'œuvre la plus importante de M. Perrotin consiste dans la direction de l'Observatoire de Nice, qui lui fut confiée par M. Bischoffsheim, dont les libéralités, on le sait, ont fait de cet observatoire l'un des premiers du monde.

Nous ne pouvons songer à énumérer tous les travaux de M. Perrotin pendant cette période, après le voyage qu'il effectua à travers l'Europe, en vue d'organiser son futur observatoire et d'en faire le modèle qu'il est resté. Citons seulement : l'observation du passage de Vénus sur le Soleil, qu'il fit comme chef de la Mission envoyée par l'Académie des Sciences; la détermination d'un certain nombre de longitudes, notamment Nice, Paris, Milan; deux nouveaux Mémoires sur la planète Vesta; l'étude des planètes Vénus et Mars; des observations sur Saturne et Uranus, et sur trois comètes périodiques retrouvées par lui : Tuttle, Faye et Encke; des travaux très importants sur la détermination de la vitesse de la lumière et des observations de la planète Eros en vue de la détermination de la parallaxe solaire. Nous ne parlons pas des travaux effectués par l'Observatoire de Nice sous sa direction, et de toutes les découvertes de planètes, de comètes et de nébuleuses qui y ont été faites. Enfin, sur sa demande, M. Bischoffsheim voulut bien créer l'Observatoire du Mont-Mounier, à 2.741 mètres d'altitude, qui complète si heureusement celui de Nice dont la réputation n'a cessé de grandir.

Les titres de Correspondant de l'Institut et de Correspondant du Bureau des Longitudes, la croix de la Légion d'honneur, l'estime de tout le monde savant étaient venus consacrer l'œuvre de M. Perrotin, lorsque la mort impitoyable l'a enlevé à la science à laquelle il eût pu, dans la force de l'âge, rendre encore tant de services.

Son éloge ne saurait être mieux fait qu'en rappelant un passage du discours que H. Faye prononçait le lundi 29 mars 1897 à l'Académie des Sciences :

« Ce que j'admire dans la carrière de M. Perrotin, c'est qu'il a fait servir la puissance des grands instruments à l'étude des questions qui ne pouvaient guère être abordées par d'autres voies : c'est ainsi qu'il a créé, pour son Observatoire de Nice, un personnel nombreux qu'il a fait largement travailler au progrès de la science. Pour cela, il n'a employé qu'un moyen : c'est le zèle qu'il a su communiquer à ses collaborateurs par son propre exemple.

« C'est ainsi qu'il a compris son rôle, et par là il a su faire fructifier l'œuvre du généreux créateur de l'Observatoire de Nice, le plus beau de toute l'Europe, je dirai même le plus beau du monde entier, surtout si l'on y joint définitivement l'addition, aujourd'hui indispensable, due à M. Perrotin, celle d'une succursale placée à 2.740 mètres de hauteur. »

§ 2. — Mécanique

A propos de la déformation des solides. — Comme suite à la lettre de M. P. Duhem parue dans notre numéro du 15 mars, M. H. Bouasse nous communique les observations suivantes :

« J'ai simplement voulu énoncer ce fait incontestable que M. Duhem, après avoir, dans *six* volumineux Mémoires, cherché par tous les moyens à faire cadrer

sa théorie avec les faits, admet enfin qu'il n'y a pas moyen et introduit, dans un *septième* Mémoire, les forces de viscosité qui ne font pas partie intégrante de la première théorie. Je ne nie pas la pierre d'attente, mais je constate qu'il a été forcé de s'en servir. Comme, précisément, la plupart de mes critiques portaient sur l'impossibilité de ne pas introduire quelque chose comme la viscosité, c'est-à-dire, sous une forme quelconque, le temps comme variable indépendante, je suis en droit de maintenir mon texte.

« En définitive, je ne dis pas que M. Duhem avoue s'être trompé, n'avoir pas réussi, mais qu'il avoue n'avoir pas réussi *avec une seule theorie*, ce qui est tout différent. Le *quoi qu'il en soit* de mon texte ne peut prêter là-dessus à aucune équivoque. »

§ 3. — Physique

L'action du radium sur les tubes à vide soumis à une différence de potentiel. — On se sert souvent des tubes à vide comme détecteurs de champs électromagnétiques, dont la présence est indiquée par la luminescence du tube. L'intensité du champ doit, à cet effet, être supérieure à un certain minimum, caractéristique de chaque tube individuel.

Comme le fait remarquer M. D.-M. Sokoltzew, dans un travail récemment présenté à la Section de Physique de la Société Physico-Chimique Russe, la sensibilité d'un tube à vide de ce genre peut être accrue lorsqu'on tient compte des phénomènes qui se passent dans ce tube aussitôt que l'influence d'une différence de potentiel y fait naître une luminescence. En effet, le gaz renfermé dans le tube sera ionisé, en même temps que se produira un phénomène de décharge à travers le gaz, manifesté par la luminescence; c'est dire que le champ agit comme ionisateur. Or, si l'intensité du champ est insuffisante pour produire cette ionisation, il convient d'avoir recours à l'action d'un autre ionisateur. C'est en se basant sur ces considérations que l'auteur a eu l'idée d'employer le radium pour augmenter la sensibilité du tube. Ce dernier a été exposé à l'influence d'un champ électrique trop faible pour y produire des phénomènes lumineux; aussitôt que M. Sokoltzew a fait tomber sur le tube des rayons du radium, il a remarqué une luminosité, qui s'exaltait en même temps que les rayons du radium devenaient plus efficaces.

§ 4. — Electricité industrielle

La traction tangentielle système Dulait. — Le prix Ferraris a été décerné récemment au système de traction proposé sous ce nom par M. Dulait, de Charleroi (Belgique). Ce système repose sur un mode d'emploi nouveau des courants polyphasés.

Dans les applications ordinaires de ces derniers aux installations fixes ou aux installations de traction, on compose les moteurs de deux couronnes concentriques, le stator et le rotor : le premier, fixe comme le nom l'indique, reçoit un enroulement que doit alimenter le réseau polyphasé (d'ordinaire triphasé) ; l'autre partie, concentrique à la première et intérieure, est mobile par mouvements de rotation, comme l'indique le nom de rotor qui lui a été donné.

Le couple d'entraînement résulte de l'action des courants du stator sur les courants induits par ceux-ci dans le rotor. Ce rotor porte, à cet effet, des enroulements indépendants qui sont le siège des courants induits, mais ne reçoivent aucun courant de l'extérieur et n'ont aucune connexion avec le réseau ou avec le stator. En assujettissant le stator à la voie et le rotor à la voiture, on rend celle-ci indépendante des fils d'amenée de courant, de telle sorte que les voitures ainsi disposées offrent l'avantage de n'exiger pour leur fonctionnement aucun conducteur, ni aucune prise de courant mobile.

Ces voitures sans conducteur ou sans fil électrique sont réalisées par M. Dulait d'une manière spéciale, qui leur a fait donner le nom de voitures à traction tangentielle : Il faut, pour se les représenter, s'imaginer que les couronnes concentriques, appelées stator et rotor, du moteur ordinaire ont été développées suivant deux surfaces parallèles et peu écartées l'une de l'autre, ce qui est une des conditions essentielles de fonctionnement des moteurs d'induction. Bien entendu, la pièce provenant du développement du rotor sans fil d'amenée de courant est montée sous la voiture, et la pièce provenant du développement du stator est fixée à la voie.

Le fonctionnement est le suivant : Le rotor mobile, soumis à l'action du stator placé dessous, obéit au couple exercé par lui ; mais, en se déplaçant, il échappe à son action, et il doit rencontrer un autre stator qui exerce une action semblable. Les stators répartis sur la voie sont mis en jeu par des distributeurs qui les mettent successivement sous courant.

Cette idée séduisante n'avait pas été sans apparaître à certains devanciers de M. Dulait; mais ceux-ci l'ont abandonnée en raison des énormes difficultés qu'en présente la réalisation. En effet, pour être susceptible d'un fonctionnement économique, les moteurs doivent présenter un très faible entrefer, et la pratique, dans les moteurs d'induction rotatifs, est de ne pas s'écarter beaucoup d'un millimètre. Il est, bien entendu, impossible de maintenir cette faible distance entre le rotor monté sur la voiture et le stator établi sur la voie dans le système Dulait; il a fallu admettre un entrefer beaucoup plus grand, et recourir à des palliatifs que nous ne pouvons pas indiquer ici. De plus, les enroulements ne sont pas uniformément distribués autour d'un même axe comme dans les moteurs à induction, les éléments plans du système Dulait ne constituant qu'un développement discontinu des éléments tournants, moins favorables que ceux-ci à la production de l'effort de traction et à l'utilisation du flux.

M. Dulait a mis en application le principe ci-dessus exposé sur une ligne de 800 mètres de longueur[1], mais dont 400 mètres seulement sont équipés complètement. La section non équipée sert à l'arrêt du train sans application des freins ordinaires. La presque totalité de la section équipée est en palier, et seule une longueur de 50 mètres présente une rampe de 40 ‰.

Le train d'essai est composé de deux voitures ordinaires à 36 places, roulant sur une voie à écartement normal, établie en rails de 30 kilogs le mètre courant.

Le *rotor développé sous les voitures* ou *propulseur* présente une longueur totale de 19 mètres, et il est divisé en douze sections de $1^m,57$, portées par 13 trains de roues; celles-ci roulent sur une voie étroite, composée de rails de 15 kilogs le mètre courant et établie entre les rails de roulement des voitures.

Les *stators établis sur la voie* entre les rails ont une longueur de $2^m,75$ environ, et sont espacés de 18 mètres. Ils sont enroulés différemment, suivant qu'ils servent à provoquer le démarrage ou à entretenir la marche du train.

Une ligne à haute tension longe la voie, et permet d'alimenter, au moyen de câbles souterrains montés en dérivation, les enroulements des stators, par l'intermédiaire, bien entendu, des *distributeurs* dont la nécessité a été signalée plus haut. Comme on ne peut changer le sens de marche de la voiture qu'en changeant la direction du champ fuyant obtenu dans le stator, la Compagnie Dulait a étudié des appareils permettant de réaliser ce changement à l'aide des voitures elles-mêmes.

Le caractère particulier de ce système appelle quelques observations nouvelles : Il est à noter, par exemple, que les attractions électromagnétiques entre rotor et stator, qui sont équilibrées dans le moteur ordinaire, ne le sont pas dans la traction tangentielle, et se traduisent par une attraction très forte entre la voie et les voitures. Cette attraction augmente l'adhérence, mais

[1] Au voisinage de Charleroi.

elle oblige aussi à augmenter beaucoup la solidité du matériel. Elle a, en somme, tous les avantages et les inconvénients d'une augmentation de poids notable.

Les courants triphasés servant aux essais avaient la fréquence de 10 périodes par seconde, et la vitesse correspondante du train était de 39 kilomètres à l'heure.

Le rendement global en énergie entre la jante des roues et l'usine génératrice serait de 64 à 68 %, selon les cas. On utiliserait les avantages bien connus du courant alternatif pour la transmission de l'énergie à distance, sans avoir à recourir au courant continu pour la traction et à installer des sous-stations transformatrices pour passer du courant alternatif au courant continu. On supprimerait les canalisations fixes, que nécessitent les autres systèmes, au voisinage de la voie, et qui sont d'ordinaire réalisées sous forme de 3e rail ou de fils de trolley.

Seraient également supprimées les prises de courant ou conducteurs mobiles, qui se présentent d'ordinaire sous forme de sabots frotteurs, d'archets ou de trolley. La voiture est indépendante de tout courant à haute ou basse tension. Le moteur et les engrenages sont supprimés, et le mouvement de translation est réalisé directement. Les contrôleurs ordinaires sont remplacés par des résistances métalliques insérées dans les enroulements du propulseur, et permettant d'en régler la marche.

Enfin, le problème du changement de direction dans la marche du train présente un aspect original et difficile, car, pour inverser le sens de marche, il faut inverser la direction de déplacement du stator : c'est une nouvelle difficulté dans la réalisation du système que nous venons de décrire, mais qui, d'après les inventeurs, aurait reçu une solution satisfaisante et pratique.

§ 5. — Chimie

La constitution de l'épinéphrine (adrénaline). — *L'épinéphrine* (nom donné par Abel et Crawford au principe actif des capsules surrénales) a été isolée par ces savants à l'état impur en 1897. La même substance a été isolée aussi, dans un état plus ou moins grand de pureté, par von Fürth[1], qui la nomma *surrénine*. Le produit pur et cristallisé fut isolé en 1901 par Takamine[2] et appelé par lui *adrénaline*. Aldrich[3] l'obtint peu après par une autre méthode.

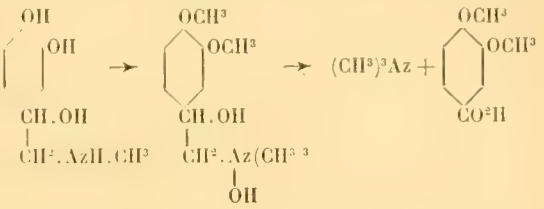
Deux formules furent proposées pour ce corps, qui agit comme base mono-acide : la formule $C^{10}H^{15}O^3Az$ (Takamine) et la formule $C^9H^{13}O^3Az$ (Aldrich). Abel adopta la formule $C^{10}H^{13}O^3Az + \frac{1}{2} H^2O$, bien que les résultats analytiques concordent également avec la formule $C^9H^{13}O^3Az$, formule également adoptée par von Fürth et confirmée par Pauly[4]. Von Fürth prépara, en outre, un dérivé tribenzoylé et un dérivé tribenzènesulfoné; il montra aussi que l'épinéphrine ne contient pas de groupe OCH^3 et qu'elle fournit de la méthylamine par traitement avec les acides concentrés.

La fusion alcaline lui fournit des traces d'un acide qui donna les réactions, peu nettes d'ailleurs, de l'acide protocatéchique. De tous ces faits, von Fürth conclut qu'on pouvait adopter la formule $(CH^3.AzC^2H.OH)$ C^6H^6 (OH^2), le groupement lié au noyau aromatique étant :

$$\begin{array}{l} CH-OH \\ | \\ CH^2.AzH.CH^3 \end{array} \quad \text{ou} \quad \begin{array}{l} CH-AzH.CH^3 \\ | \\ CH^2-OH \end{array}$$

Un travail récent de M. Jowett[5] confirme la formule d'Aldrich $C^9H^{13}O^3Az$ et permet de donner dès à présent à l'épinéphrine une formule de constitution qui rend bien compte des faits observés.

Lorsqu'on chauffe en tubes scellés l'épinéphrine en solution méthyl-alcoolique avec de l'iodure de méthyle en présence de méthylate de soude, on obtient un produit qui est dissous dans l'eau et traité par le nitrate d'argent pour enlever l'iode. La solution, oxydée par le permanganate de potassium, donne de la triméthylamine et un acide $C^9H^{12}O^2$ qui a été identifié avec l'acide vératrique. Ces faits sont représentés comme suit :



La formule de constitution de l'épinéphrine paraît donc établie. La synthèse offrirait un intérêt considérable, par suite des propriétés physiologiques de ce corps. Elle ne paraît pas être extrêmement facile à réaliser.

§ 6. — Agronomie

L'influence de l'éther sur le forçage des plantes. — C'est M. le Professeur Johannsen, de l'Ecole supérieure d'Agriculture de Copenhague, qui a découvert cet intéressant phénomène, d'une portée pratique considérable, puisqu'il permet de faire fleurir les plantes quatre ou cinq mois plus tôt que par les méthodes ordinaires. C'est une petite révolution en horticulture, où l'on ne pratiquait, jusqu'à ce jour, que le forçage en serre, dans des conditions favorables de chaleur et de lumière. De même que chez l'homme, l'éther, à faible dose, paraît exercer sur les plantes un effet excitant. Les arbustes que l'on veut forcer sont soumis à l'éthérisation dans un récipient entièrement clos, pendant deux ou trois jours consécutifs. On se sert d'éther sulfurique pur à 65°, à la dose de 35 à 40 grammes par hectolitre d'air, à une température de 17 à 19° C. L'éthérisation produit d'abord la chute des feuilles, les bourgeons se gonflent, puis font éclosion. Dans le cas des lilas, il suffit de dix jours pour que les thyrses se développent, et, huit jours après, l'épanouissement est complet. L'éthérisation demande, pour être faite avec succès, que la végétation soit arrêtée; on attend ainsi les premières gelées, ou bien on arrache l'arbuste quelque temps avant l'opération, et, comme certaines fleurs sont demandées en toute saison, on peut encore faire agir le froid industriel pour arriver au même résultat.

L'éther n'agit pas sur toutes les plantes; ce premier inconvénient, joint à la facilité d'inflammation du liquide, a donné l'idée de lui substituer le chloroforme, qui agit quatre fois plus activement, mais en demandant une durée d'action plus longue.

Ce forçage extra-rapide donne des fleurs plus parfaites que le procédé des serres; il réussit mieux, sa rapidité est plus grande et il produit enfin une économie très appréciable dans les frais de main-d'œuvre, de combustible et de matériel. Très employé aujourd'hui dans les forceries allemandes, ce procédé n'a pas encore trouvé chez nous l'accueil auquel il a droit, malgré les efforts très méritoires de M. Albert Maumené, l'intelligent vulgarisateur de toutes les nouveautés horticoles.

§ 7. — Sciences médicales

Le Service de santé dans l'Armée japonaise. — D'après M. le Dr Ed. Laval[1], le Service de

[1] *Zeit. phys. Chem.*, 1900 t. XXIX p. 105.
[2] *Am. Journ. of Pharm.*, 1901, t. LXXIII, p. 523,
[3] *Am. Journ. of Physiology*, 1901, t. V, p. 457.
[4] *Ber.*, 1903, t. XXXVI, p. 2945.
[5] H. A. D. Jowett : *Chem. Soc.*, t. LXXXV, p. 192.

[1] *Le Caducée*, Paris, 1904, p. 63.

santé, dans l'armée japonaise, est assuré par le personnel suivant : Au grand quartier-général, il y a un médecin-inspecteur, de qui relève tout le service de santé des troupes en campagne; dans chaque quartier général d'armée, est un médecin-inspecteur de grade inférieur. Au quartier général de chaque division, on compte trois médecins : un médecin principal et deux médecins-majors. Enfin, chaque régiment, de trois mille hommes environ, est pourvu de trois médecins, ce qui fait un médecin par bataillon. Dans les régiments de cavalerie et d'artillerie, il n'y a que deux médecins. Chaque division indépendante comprend, en outre, un groupe de santé (un médecin principal et huit médecins-majors), à côté duquel fonctionnent les ambulances (un médecin-major et six médecins en sous-ordre). Chaque ambulance peut assurer le traitement de deux cents blessés. Il y a, en outre, les hôpitaux de campagne qui participent aux formations de deuxième ligne; ils sont sous les ordres directs du général chef d'étapes; leur nombre est variable, comme leur constitution. L'effectif des médecins est, pour chaque hôpital, de huit à douze environ. Enfin, dans le service de l'arrière-garde, nous trouvons des hôpitaux d'évacuation, puis des navires-hôpitaux. Le matériel des ambulances et des hôpitaux de campagne se rapproche beaucoup de celui de nos ambulances et hôpitaux de campagne; d'ailleurs, toute l'organisation du Service de santé est calquée, pour ainsi dire, sur le Service de santé des armées européennes. Les moyens de transport diffèrent cependant; comme les routes sont très mauvaises en Extrême-Orient, l'armée japonaise n'use pas de voitures de transport des blessés; ces derniers sont tous transportés, sur des brancards, par des hommes.

Une fracture professionnelle. — M. le Dr Lucas-Championnière, chirurgien de l'Hôtel-Dieu, vient de signaler à l'Académie de Médecine, dans la séance du 15 mars, une nouvelle fracture professionnelle. C'est la fracture du radius causée par la mise en marche des moteurs d'automobiles. Cette fracture est relativement assez fréquente; l'auteur en a recueilli une certaine quantité de cas; MM. Lyot et Demoulin, chirurgiens des hôpitaux, M. Tuffier, chirurgien de l'Hôpital Beaujon, lui en ont communiqué également de nombreux exemples. Cette sorte de fracture se produit soit par arrachement, si la main ne quitte pas assez vite la poignée de la roue qui commande le moteur, soit par choc direct, si elle ne s'éloigne pas à la distance nécessaire. D'après M. Lucas-Championnière, cet accident ne se produirait que lorsqu'on met en marche le moteur en conservant l'avance à l'allumage; ce serait la raison du faux pas qui fait que la roue tourne tout à coup en sens inverse. Dans tous les cas, c'est une fracture nouvelle, conséquence inévitable d'une profession qui prend de l'extension de jour en jour. On peut la rapprocher de la fracture de la clavicule, si commune chez les jockeys et les coureurs cyclistes.

Un nouveau moyen de diagnostic de la fièvre typhoïde. — M. le Dr Michelazzi (de Pise) vient de proposer[1] la ponction de la rate comme un moyen de diagnostic différentiel des affections typhiques et simili-typhiques. On sait comme la rate réagit au cours des maladies infectieuses et, d'autre part, combien une ponction, pratiquée aseptiquement, est une chose bénigne : c'est pourquoi l'auteur a essayé ce moyen dans vingt cas de typhus abdominal. La pulpe extraite était soumise à une série d'essais bactériologiques par les diverses méthodes appliquées en pareils cas (méthodes de Piorkowsky, Elssner, etc.), afin de diagnostiquer les formes microbiennes rencontrées. Cette technique, appliquée dès la fin de la première semaine, lui a permis de déceler deux streptococcies à allures typhiques, deux cas d'infection coli-bacillaire et un cas de tuberculose miliaire à type typhoïde. Ces déductions expérimentales furent, d'ailleurs, confirmées par l'évolution ultérieure de ces affections ou par l'autopsie des malades. Voici donc un nouveau moyen de diagnostic, qui a sa place marquée à côté de la séro-réaction de Widal et de la diazo-réaction d'Erhlich : cette méthode semblerait même devoir donner de meilleurs résultats que celle qui consiste à cultiver du sang prélevé dans une veine, parce que la rate exerce, dans les infections, une véritable sélection des microbes pathogènes.

[1] *XIIIe Congrès italien de médecine interne*, Padoue, 1903.

Le bacille de la dysenterie. — M. le Dr L. Jehle et M. le Dr Charleton ont fait des recherches très minutieuses à ce sujet et ils en ont communiqué les résultats à la Société de Médecine interne et de Pédiatrie de Vienne, dans la séance du 11 février. Tantot ils ont trouvé le bacille de Shiga et Kruse à l'état de pureté, tantôt ils l'ont trouvé associé au bacille de Flexner, et tantôt, au contraire, ils ont rencontré celui-ci tout seul. Enfin, ils ont pu déceler la présence de ces divers bacilles dans des cas de diarrhée simple et même dans des selles normales. L'étiologie de la dysenterie n'est donc pas univoque pour ces auteurs. On peut rapprocher de leurs conclusions celles d'un travail de M. le Dr Verdun (Société de Biologie, 13 février), qui, dans un cas d'abcès tropical du foie, a vu nettement des *Amœba Coli*, lesquels, on le sait, produisent une autre forme de dysenterie, la dysentérie amibienne ou tropicale; toutefois, cette affection peut s'observer également dans nos climats et passer pour une dysenterie d'origine bacillaire.

§ 8. — Géographie et Colonisation

L'Expédition Peary au nord du Grönland (1898-1902). — Bien que l'explorateur américain Peary, parti en 1898 dans le but de chercher à atteindre le pôle Nord, soit de retour aux Etats-Unis depuis la fin de 1902, les résultats de ses quatre années d'exploration arctique ne sont connus d'une façon complète que depuis peu de temps, par la publication du Rapport de son voyage. Si Peary a été loin d'arriver au pôle Nord et même aux latitudes atteintes par Nansen et par Cagni, sa longue exploration lui a, au moins, permis de déterminer avec une précision nouvelle la configuration des terres les plus septentrionales du Nouveau Monde.

Le plan de Peary était de pénétrer avec le *Windward* le plus loin possible dans les détroits qui séparent la terre d'Ellesmere du Grönland et d'établir une série de dépôts de provisions, ou caches, entre le point terminus de la navigation et Fort-Conger, station située, comme on sait, sur les bords de la baie Lady-Franklin, et où l'Expédition Greely avait hiverné de 1881 à 1883; ayant réuni à Fort-Conger des approvisionnements suffisants pour en faire, en toute sécurité, une base d'opération, il projetait de gagner le pôle par traîneaux à travers les glaces de la mer Paléocrystique. Là où Markham, en 1875, espérait trouver la mer libre, c'était, au contraire, une étendue de glaces solides que Peary comptait rencontrer pour réussir dans son entreprise.

Le premier soin de l'Expédition fut donc de ravitailler Fort-Conger; elle y parvint au prix d'énormes efforts et de grandes souffrances. Parti en juillet 1898 sur le *Windward*, le navire qui avait conduit l'Expédition Jackson à la Terre François-Joseph, Peary put amener son navire jusqu'auprès du cap d'Urville, sur la terre d'Ellesmere, par 79°30 de latitude Nord environ. Au mois de septembre, il explora la baie de la Princesse-Marie et reconnut que la langue de terre qui s'étend au Sud forme un isthme rattachant au continent la terre précédemment désignée sous le nom d'île Bache. Au sud de cette presqu'île, la profonde indentation de la côte, à laquelle les cartes donnent le nom de détroit de Buchanan et de Hayes-Sound, est un golfe ramifié en plusieurs fjords dans sa partie supé-

rieure. Peary s'assura également que les baies Woodward et Sawyer, qui terminent la baie de la Princesse-Marie, sont bien fermées à l'Ouest.

Le 29 octobre, Peary partit en reconnaissance vers le Nord. C'est alors que commença, pendant la nuit polaire, ce lent et pénible travail consistant à établir, sur une série de points échelonnés du cap d'Urville au Fort-Conger, des abris pour les provisions et les bagages. A cet effet, il suivit avec ses traîneaux le pied de la glace (ice-foot), sorte de banquette de glace formée de blocs que la banquise repousse contre la côte. Cette route devint très difficile entre le cap Fraser et le cap Norton Shaw, à cause de l'amoncellement des glaçons. Au cap John-Barrow, un énorme fragment s'élevait jusqu'à trente mètres au-dessus du niveau de la haute mer. C'est durant les périodes de lune de l'hiver que dut se poursuivre cette rude tâche, et, après des efforts pour ainsi dire surhumains, Peary atteignit Fort-Conger le 6 janvier 1899.

La température était extrêmement rigoureuse; il y eut, en décembre, une période de douze jours pendant lesquels elle ne s'éleva pas au-dessus de — 41°3 centigrades et descendit à — 46°6.

A Fort-Conger, les maisonnettes élevées par l'Expédition Greely étaient encore debout et l'on put y trouver quelques provisions, ainsi qu'un fourneau et un poêle que l'on put allumer. Peary, en arrivant, s'aperçut qu'il avait les deux pieds gelés. On revint vers le *Windward* au cap d'Urville. Pendant ce voyage de retour, la moyenne des minima fut — 48°9 centigrades et le minima absolu — 53°8 centigrades. Peary rapporta les documents officiels et les papiers privés que l'Expédition Greely avait laissés à Fort-Conger en 1883.

Le 13 mars, Peary subit l'amputation de plusieurs orteils. Il put néanmoins repartir, le 19 avril 1899, pour Fort-Conger, et, le 4 mai, il tenta d'atteindre la côte septentrionale du Grönland; mais le mauvais état de la glace ne lui permit pas de traverser le canal Robeson.

De retour au cap d'Urville, Peary alla compléter, au mois de juin, son exploration de la région de la baie de la Princesse-Marie, commencée l'année précédente. Il escalada le glacier Benedict, qui se déverse au fond de la baie de Sawyer (dans la baie de la Princesse-Marie), et, de son sommet (1.200 mètres environ), il put examiner la conformation de la partie occidentale de la terre d'Ellesmere, encore inconnue. Il remarqua que cette région était libre de glaces et offrait un aspect analogue à celui du Grönland au détroit de Smith. Il aperçut un grand fjord à 50 milles environ au Nord-Ouest. Dans cette région, la saison est au moins d'un mois en avance sur la côte est. Un cours d'eau considérable s'écoule, en été, entre le glacier et la montagne, ce qui met en évidence l'importance des actions torrentielles qui s'exercent durant la belle saison dans les régions arctiques soumises à une glaciation intense.

Cette première campagne avait donné des résultats géographiques très importants et Fort-Conger était devenu une base d'opération solide pour l'avenir. En août 1899, le *Windward* vint à Etah, sur la côte occidentale du Grönland, ainsi que la *Diana*, steamer envoyé par le *Peary Arctic Club* pour ravitailler l'Expédition.

Au milieu de février 1900, l'Expédition, laissant Etah, fit route vers le Nord. Le 28 mars, Peary atteignit Fort-Conger et le 11 avril, il partit pour la côte nord-ouest du Grönland. La présence, au pied des falaises, de nappes d'eau qu'il fallait éviter, exposa les explorateurs à de sérieux dangers. Le 8 mai, on arriva à l'extrémité de l'île Lockwood, le point extrême atteint en 1882 par l'explorateur de ce nom, lieutenant de Greely. Peary y retrouva le cairn élevé à cette époque; le thermomètre et la note qui avaient été déposés là, dix-huit ans auparavant, étaient en parfait état de conservation.

Parvenu au cap Washington, Peary reconnut que ce n'était pas là, comme l'avait cru Lockwood, l'extrémité septentrionale du Grönland. A l'Est, la terre se prolonge encore légèrement vers le Nord, et, contournant le cap, il aperçut un promontoire plus septentrional, près duquel s'étendent deux glaciers; il l'appela cap Morris Jesup, du nom du mécène qui avait le plus contribué à lui fournir les moyens matériels de son expédition. Sur ce point, la faune est relativement abondante; on tua un ours, un lièvre, six bœufs musqués et on releva partout des traces de loups.

De ce promontoire, Peary s'avança vers le Nord, à travers la banquise. Le pack était extrêmement accidenté, hérissé de monticules de pression qui atteignaient jusqu'à 10 et 15 mètres, boursoufflé de vagues de neige, coupé d'étroits canaux d'eau libre et de crevasses dissimulées par la neige. Parvenue, par 83°50′ de latitude Nord, sur le bord d'une nappe libre, la caravane dut revenir sur ses pas.

Ayant regagné la côte, Peary continua sa route vers l'est. Au delà du cap Bridgman, il aperçut une montagne qu'il reconnut pour l'avoir vue, en 1895, du haut de l'*inlandsis*, au sud de la baie de l'Indépendance, et qu'il avait alors nommée mont Wistar. Arrêté par les brouillards, et ses provisions diminuant, Peary décida de revenir sur ses pas, le 22 mai.

Tout indique, d'après l'explorateur, qu'un immense océan s'étend le long de cette côte jusqu'au pôle et jusqu'aux archipels du Spitzberg et de François-Joseph.

En 1901, Peary fit une tentative vers le Nord, mais la fatigue des hommes et des chiens l'obligea à revenir. En mai, il joignit à Port-Payer le *Windward*, qui avait à bord Mme Peary et sa fille, et l'*Erie*, envoyé par le *Peary Arctic Club* pour le ravitailler.

Dans les premiers jours de mars 1902, Peary quitta Fort-Payer pour rallier de nouveau Fort-Conger; le 24 mars, il s'achemina de cette station vers le Nord. La marche le long de la terre de Grant fut très laborieuse et rendue pénible par de fréquentes tempêtes. Comme en 1901, l'entrée du canal Robeson était occupée par une large nappe d'eau.

Au nord du cap Hécla, Peary trouva la surface de la glace inégale, mais plus favorable qu'au nord du cap Washington. Le 6 avril, il s'engagea sur la banquise polaire dans le but d'atteindre la latitude la plus septentrionale possible; mais, malgré ses efforts désespérés, il dut s'arrêter le 21 avril par 84°17′17″. C'est la plus haute latitude à laquelle on soit parvenu dans le Nouveau-Monde.

Cet échec provient, en grande partie, de la nature tourmentée de la glace, qui faisait que les chiens n'étaient plus d'aucun secours, de la quantité de crevasses d'eau libre qui l'interrompaient et de la mobilité des bancs de glace, sujets à de continuels déplacements. Cette mobilité de la glace provient vraisemblablement du voisinage d'une mer libre, que révéla à Peary, tant au-dessus du cap Hécla qu'au-dessus du cap Morris Jesup, la présence de nuages de vapeur d'eau dans la direction du Nord. Ni Markham, ni Peary n'ont eu absolument raison dans leurs hypothèses, et il semble aussi impossible d'atteindre le pôle en traîneau qu'en bateau.

Les dures épreuves subies par Peary et les constatations qu'il a pu faire ne lui ont cependant pas enlevé tout espoir d'atteindre un jour son but : le vaillant explorateur compte repartir en juillet 1904, et, une fois de plus, de la terre de Grant, s'élancer à la conquête du Pôle.

Gustave Regelsperger.

§ 9. — Enseignement

Inauguration d'un nouveau Laboratoire. — Le lundi 21 mars, M. Nénot, l'habile et savant architecte de la Sorbonne, remettait à M. le Recteur de l'Université et au Doyen de la Faculté de Médecine, le laboratoire expérimental construit par ses soins sur l'emplacement du bastion 76, au boulevard Brune.

Les lecteurs de la *Revue* savent quelle a été l'origine de ce nouveau laboratoire. Les études de Physiologie

expérimentale et de Pathologie comparée sont à l'étroit dans les locaux situés au centre de Paris, et le Conseil de l'Université a jugé qu'il y aurait intérêt à faire une sorte de décentralisation, et à instituer, dans un plus vaste espace, un laboratoire pourvu des ressources indispensables à des études physiologiques plus approfondies.

M. Ch. Richet, parlant au nom du doyen et des professeurs de la Faculté, a remercié en quelques mots tous ceux qui ont contribué à cette œuvre utile : le Conseil de l'Université de Paris d'abord, dont l'initiative a été si efficace; puis les donateurs qui ont bien voulu y contribuer : M. le Professeur Chantemesse, M. le Professeur Pinard, M. J. Carvallo et M. Louis Olivier; les salles de travail portant les noms de ces bienfaiteurs rappelleront à tous les travailleurs le service rendu par des hommes éminents et généreux à la science physiologique. M. Ch. Richet a remercié aussi M. Liard, recteur de l'Université, et M. Brouardel, l'ancien doyen de la Faculté, qui, ainsi que le doyen actuel, M. Debove, ont tenu à honneur de faire réussir cette nouvelle construction, à laquelle M. Nénot et son assistant, M. Sotta, ont donné tous leurs soins, imaginant, dans de nombreux détails, d'ingénieuses dispositions. Il a rappelé, enfin, que M. Gréard en a été le principal instigateur. C'est lui qui en est le véritable créateur; c'est à lui surtout que devra s'adresser la reconnaissance des étudiants ou des maîtres qui font des recherches physiologiques au bastion 76.

M. Gréard a répondu en ces termes :

« Monsieur et cher professeur,

« Je suis très touché de vos remerciements. C'est à nos trois donateurs d'origine, à M. Chantemesse, à M. Olivier, à M. Carvallo, qu'ils doivent aller, à M. le Professeur Pinard, qui, donateur, lui aussi, a plaidé et gagné devant la Faculté de Médecine et le Conseil de l'Université la cause du bastion, au Conseil de l'Université lui-même, dont la subvention libérale a complété les dons de nos bienfaiteurs pour le commencement d'installation.

« Et comment, à mon tour, ne vous remercierais-je pas d'avoir accueilli avec une ardeur si générale l'idée de cette première entreprise de colonisation scientifique? Il faut toujours quelque courage pour entrer dans une voie nouvelle, et c'était une voie nouvelle que l'établissement de ce laboratoire loin du siège de la Faculté, en pays inconnu, presque aux confins du monde Parisien. Plus d'une fois, en venant ici au cours des travaux, le souvenir m'a traversé l'esprit d'un de mes premiers voyages en Allemagne, à Leipzig. J'avais passé la matinée à visiter l'Université, qui est au centre de la ville. Le Recteur, qui m'accompagnait avec le Consul de France, m'avait fait les honneurs des cours de Philosophie, de Philologie, de Commerce et de Comptabilité; j'avais parcouru la bibliothèque, les salons d'étude et de conférences; et, comme je marquais quelque surprise de n'avoir rien trouvé qui se rapportât à un enseignement sérieusement organisé des sciences appliquées, Physique, Chimie, Histoire naturelle, Physiologie : Eh bien, me dit le Recteur, allons au désert. Au bout d'une demi-heure, nous arrivions dans une grande plaine sablonneuse, à peine coupée de quelques bouquets d'arbres. Là, commençaient à s'élever, dans des enclos spéciaux, un Institut des Sciences appliquées et un Institut de Médecine. — Mais les étudiants, les professeurs, y viendront-ils? — Soyez-en assuré. Il ne s'agit que d'ouvrir le chemin. Dix ans après, dans un nouveau voyage, je constatais qu'une ville nouvelle avait poussé dans le désert, que, de tous les points de Leipzig, de l'Université particulièrement, l'accès était rapide et facile : on ne regrettait que de ne s'être pas ménagé assez d'espace.

« Que sera notre laboratoire du bastion dans dix ans? Quand l'enceinte fortifiée sera définitivement rasée, nul doute que Paris, qui se sent étreint de toutes parts, ne se développe et ne s'étende aussi de ce côté; nul doute, surtout, que les nouveaux moyens de circulation, souterrains ou autres, que la science perfectionne chaque jour, ne mettent le laboratoire de Physiologie presque à la porte de la Faculté. M. Liard, le grand promoteur de l'enseignement supérieur, nous entretenait récemment d'un rêve d'extension pour la Faculté des Sciences et la Sorbonne. J'en ai fait beaucoup, moi aussi, de ces rêves; j'en fais encore dans le silence de la retraite. J'ai la confiance que tous, ceux de M. Liard comme les miens, seront un jour réalisés. Il ne nous manque que l'argent; il ne manquera pas toujours. Et dès le moment que l'Université est résolue, non pas à se séparer certes, mais à s'éloigner un peu de son berceau, que, comme une famille devenue trop nombreuse pour continuer de subsister tout entière là où elle est née, elle tend à se chercher partout des ressources et des instruments de travail, des centres nouveaux d'activité, ces centres se créeront, toujours intimement liés à la maison-mère par la communauté des idées et des intérêts, mais non plus condamnés à vivre à l'étroit dans son ombre.

« Je ne pouvais tout à l'heure me rendre compte de cette installation, dont la simplicité ingénieuse et pratique fait honneur à M. Nénot, l'architecte de la Science moderne, sans que la grande figure d'un de vos ancêtres, mon cher Monsieur Richet, se levât devant mes yeux. Le confesserai-je? En ma jeunesse, j'ai fait quelquefois l'école buissonnière. Quand j'étais à l'Ecole Normale, nous avions à prendre part au cours de grec du Collège de France. C'était M. Boissonade qui le professait. Il prenait son temps et l'on pouvait manquer certaines explications sans en souffrir pour l'ensemble du cours. Nous nous en remettions, d'ailleurs, à quelques camarades du soin de prendre les notes. Et avec Taine, avec Prevost-Paradol, nous allions à la leçon de Claude Bernard, qui avait lieu dans le même temps. Nous ne pouvions la suivre dans le détail. Mais les grandes idées de la méthode qui en illuminait le développement nous pénétraient. Je vois encore la haute physionomie du maître, debout devant sa petite table d'expériences, la puissante sévérité de son regard plongeant dans les phénomènes de la vie au fur à mesure qu'il les expliquait le scalpel en main, j'entends sa parole simple et grave. De retour à l'école, nous nous jetions dans la Physiologie de Burdach, le savant professeur de Königsberg, dont les ouvrages récemment traduits étaient en faveur et nous ne pouvions nous lasser d'admirer hors de toute comparaison le génie de Claude Bernard. Que dirait-il, aujourd'hui, des ressources mises à la disposition de la science, de l'organisation de ce laboratoire de grande physiologie, lui dont la vie s'est consumée, non sans détriment pour sa santé, dans la petite cave humide du Collège de France où il faisait son cours. Ah! si nous avions l'espace et le plein air, s'écriait-il un jour devant Taine au sortir d'une leçon... L'espace et le plein air sont aujourd'hui assurés ici. Nous nous en réjouissons pour la science dont le progrès est entre vos mains. Vous avez bien voulu, cher Monsieur, donner mon nom à l'une de vos salles de travail. Je reçois ce souvenir comme un grand honneur. Et, puisqu'il s'agit de baptême, je bois de tout cœur, avec une pleine foi, au nouveau-né, à sa croissance rapide, à son avenir. »

Muséum d'Histoire naturelle. — M. le Dr Verneau, assistant de la Chaire d'Anthropologie du Muséum, vient d'être nommé Professeur intérimaire en remplacement de M. E. Hamy, à qui un congé a été accordé.

M. Verneau a commencé son cours le mardi 12 avril, à 3 heures, et le continue les jeudis, samedis et mardis suivants à la même heure.

LES ABEILLES ET LES FLEURS[1]

Beaucoup d'Insectes recherchent les fleurs, non d'un amour purement platonique et seulement pour les charmes qu'elles présentent, mais surtout, sinon exclusivement, pour les profits qu'ils peuvent en tirer. Ceux qui les dédaignent sont de deux sortes : les uns, étroitement adaptés à un régime spécial, à la fois piqueurs et suçeurs et, par conséquent, mal doués pour faire quelque emprunt aux verticilles floraux; les autres, plus ou moins primitifs et, par les habitudes, semblables à leurs ancêtres des époques où les fleurs à corolle n'existaient pas encore. Aux premiers se rattachent les Hémiptères et quelques Diptères; aux seconds les Ortho-névroptères et leurs très proches voisins, les Coléoptères, ou, du moins, le plus grand nombre de ces derniers.

Entre les Insectes dédaigneux des fleurs et les espèces *anthophiles* les plus parfaites, telles que l'Abeille mellifique, se range toute une série de formes sur lesquelles je crois utile d'attirer votre attention, encore que leur étude ne rentre pas directement dans le cadre de cette conférence. Ces espèces sont représentées par un certain nombre de Coléoptères, par les Papillons, et surtout par les insectes qui, aux côtés de notre Abeille, viennent se ranger dans l'ordre des Hyménoptères.

En général, les Coléoptères ne sont pas anthophiles; ils ont des habitudes carnassières comme la Cicindèle, ou dévorent les tissus végétaux comme le Hanneton. Ceux qui choisissent pour gîte les corolles aux riches teintes sont tout simplement en quête de poussières polliniques ou de jeunes ovules. Quand vous voyez une jolie Cétoine tranquillement établie entre les pétales de l'Eglantine, ou une larve d'Anthonome dans le frais bouton du Pommier, ne croyez pas que ces Insectes ont fait choix du logis à cause de sa haute splendeur; c'est simplement parce qu'ils y trouvent un aliment approprié à leur goût.

Les Coléoptères anthophiles sont, en réalité, de francs herbivores, et rien dans la structure de leur bouche ne saurait les empêcher de se nourrir d'une autre partie de la plante. Chez les Papillons, au contraire, l'armature buccale se réduit à une trompe faite pour aspirer le nectar des fleurs, si bien que tout autre genre de vie ne saurait convenir à l'animal. Voyez ce Sphinx de l'Euphorbe en train de butiner sur des corolles (fig. 1); avec sa longue trompe déroulée, il peut cueillir au passage la moindre goutelette nectarifère; mais il va de soi que tout autre régime lui est complètement interdit. Ainsi, les Papillons sont beaucoup plus anthophiles que les Coléoptères; mais on pourrait pourtant concevoir ces Insectes sans les fleurs, car, s'ils ont besoin de ces dernières à l'état adulte, ils savent parfaitement s'en passer dans le jeune âge. Leurs larves, en effet, ont des habitudes tout autres; elles sont franchement broyeuses de tissus végétaux, et, si le Papillon se contentait de humer des sucs liquides autres que le nectar, son indépendance vis-à-vis de la fleur serait complète. Des Papillons de cette sorte ont certainement existé; vers le début de l'époque secondaire, des Sphinx à longue trompe fréquentaient déjà les vastes forêts de Gymnospermes où les fleurs à corolle n'existaient pas encore. D'ailleurs, les Papillons se rattachent certainement à des Névroptères broyeurs, et, de nos jours, certains d'entre eux, tels que les *Micropteryx*, ont conservé la puissante armature buccale de leurs ancêtres.

Fig. 1. — *Le Sphinx de l'Euphorbe (Celerio Euphorbiæ) et sa chenille.* (Reproduction d'un tableau exécuté par Lhermitte pour le Laboratoire d'Entomologie du Muséum.)

Comme les Papillons, les Hyménoptères actuels cherchent leur nourriture dans les fleurs; mais la plupart sont moins bien adaptés à ce régime, leurs mandibules étant faites pour broyer et leurs mâchoires pour humer les sucs. Aussi n'est-il pas rare de voir une Guêpe abandonner la fleur où elle butinait pour se précipiter sur un Insecte, le mettre en pièces et le dévorer. Incomplètement anthophiles à l'état adulte, ces Hyménoptères ne le sont pas du tout pendant le jeune âge et, en cela, rappellent encore les Papillons. Leurs larves broyeuses dédaignent toujours les fleurs : celles des mouches à scie (Tenthrédines) s'attaquent aux tissus végétaux, celles des Ichneumons dévorent des proies vivantes, et les larves de Guêpe la proie triturée que leurs parents ont mise en boulettes. A ces divers points de vue, beaucoup de Diptères anthophiles ressemblent tout à fait aux Hyménoptères précédents.

[1] Conférence faite dans le grand amphithéâtre du Muséum.

Ainsi, des Coléoptères anthophiles aux Guêpes et des Guêpes aux Papillons, on voit se développer progressivement les relations des Insectes avec les fleurs. Ces relations deviennent singulièrement plus parfaites et plus étroites chez les Hyménoptères dont M. le Professeur Pérez a fait l'attachante étude dans son beau livre des *Abeilles*, et qu'on désigne généralement sous le nom de Mellifères, parce qu'ils ont la faculté de transformer en miel le nectar des fleurs. Les Hyménoptères mellifiques sont très nombreux : les uns solitaires, comme les Andrènes, les Halictes, les Xylocopes, les Osmies; les autres sociaux, comme les Bourdons, les Mélipones tropicales et les Abeilles proprement dites, dont notre Abeille mellifique, la « blonde avette » de Ronsard, nous offre certainement le type le plus parfait. Avec M. Pérez, nous donnerons à tous les Mellifères le nom d'Abeilles, sauf à les désigner par leurs noms génériques et spécifiques toutes les fois que le besoin s'en fera sentir.

L'objet de cette conférence sera d'étudier, avec le plus de précision possible, les relations qui existent entre les Abeilles et les fleurs. C'est un sujet qui touche aux problèmes les plus ardus et les plus passionnants de la Philosophie naturelle; il a suscité des observations nombreuses, des discussions intéressantes, et provoqué maintes découvertes dont la pratique culturale a largement profité. L'illustre Darwin lui a consacré trois de ses ouvrages les plus estimés : en 1877, son livre magistral sur *la fécondation des Orchidées*; en 1877, son étude sur les *Effets de la fécondation croisée et de la fécondation directe* dans le règne végétal; et, en 1878, son traité sur les *Différentes formes de fleurs dans les plantes de la même espèce*. Ces trois ouvrages sont fondamentaux et resteront indéfiniment dans les bibliothèques.

A côté de ces œuvres mémorables, je citerai les recherches effectuées en Angleterre par sir John Lubbock, les innombrables observations faites en Allemagne par Hermann Müller, et les travaux publiés en France par M. Pérez et par M. Gaston Bonnier. Nous savons avec quelle compétence M. Bonnier s'occupe de l'Abeille mellifique, avec quel succès il a étudié les nectaires floraux où l'active ouvrière va puiser les éléments de son miel.

En dépit de ces travaux et de beaucoup d'autres, dont la liste démesurément longue serait fastidieuse, les naturalistes et les philosophes sont loin d'être absolument d'accord sur l'étendue des relations qui existent entre les Abeilles et les fleurs. A l'heure actuelle, on peut assez exactement répartir ces pionniers de la science en deux camps adverses : d'un côté, les partisans des théories de Darwin, de sir John Lubbock et d'Hermann Müller; de l'autre, le groupe des observateurs qui adoptent plus ou moins complètement les conceptions de M. Bonnier. Les premiers admettent qu'il existe entre les Abeilles et les fleurs des adaptations réciproques très étroites; les seconds considèrent ces adaptations comme extrêmement réduites, et certains même ont une tendance à les nier.

Voulez-vous avoir une idée aussi exacte que possible des vues qui dominent dans la première des deux Écoles? Écoutez ce passage que j'emprunte à M. Pérez, un de ses adeptes les plus éminents : « Une admirable harmonie, dit le savant zoologiste, existe entre le monde des fleurs et le monde des Abeilles..... La structure des Abeilles est admirablement adaptée à tirer le meilleur parti possible des fleurs. Les fleurs, d'autre part, présentent une richesse inouïe d'inventions pour les attirer. » Sir John Lubbock est plus explicite encore : « Non seulement, dit-il, la forme et les couleurs actuelles, les teintes brillantes, la douce odeur et le miel des fleurs ont été peu à peu développés à la suite d'une sélection inconsciemment exercée par les insectes; mais l'arrangement même des couleurs..., la forme, la grandeur et la position des pétales, la situation relative des étamines et du pistil, sont tous disposés par rapport aux visites d'insectes, et de façon à assurer le grand objet (la fécondation) que ces visites sont destinées à effectuer. »

Entre ces théories et la manière de voir qui leur est diamétralement opposée, il y a place pour bien des conceptions. Nous allons examiner, sans parti pris, celle qui nous paraîtra la plus rationnelle. A cet effet, nous rechercherons d'abord dans quelle mesure les fleurs sont utiles aux Abeilles, et dans quelles mesures les Abeilles sont utiles aux fleurs; puis, ayant élucidé ces deux problèmes, qui sont de première importance, nous verrons si, en raison des avantages que les Abeilles trouvent dans les fleurs et les fleurs dans les Abeilles, il y a eu adaptation réciproque entre ces deux sortes d'êtres, et quel peut être le degré de cette adaptation.

I

Je commence par l'étude des relations qui existent entre les Abeilles et les fleurs.

C'est un fait connu de tous que les Abeilles fréquentent assidûment les fleurs. Ces visites nombreuses, et qui se multiplient sans relâche par les beaux jours, ne sont pas désintéressées. L'Abeille demande aux fleurs deux éléments qu'elle affectionne entre tous : le pollen, ou poussière fécondante des étamines, et le nectar sucré qui, le plus souvent, s'accumule au fond des corolles. Le pollen sert directement à la nourriture de l'insecte; mais, chez les Abeilles sociales, et très probablement aussi chez celles qui vivent isolées, le nectar doit préalablement subir

une élaboration particulière. Riche en sucre de canne, ce liquide est soumis à des modifications profondes dans le gésier de l'animal; sous l'action des produits salivaires, la matière sucrée qu'il renferme se transforme en glucose; il acquiert un goût spécial, une odeur particulière et se transforme en miel, que l'Abeille dégurgite dans les cellules de son nid, qu'elle mélange parfois avec le pollen pour en faire une pâtée nutritive, ou qu'elle ingère elle-même, à son profit, avant ou après la dégurgitation.

A l'état sauvage, les Abeilles adultes se nourrissent exclusivement de miel et de pollen; aucun autre élément naturel ne leur convient et ne saurait les faire subsister. En domestication, notre Abeille mellifique peut tirer parti de certains succédanés qui lui sont offerts par l'Homme : elle accepte de la farine à la place de pollen, de l'eau sucrée au lieu de nectar, mais toujours elle revient à la fleur, qui lui offre ses aliments de prédilection, et, à l'état sauvage, elle n'en connaît pas d'autres.

A ces divers points de vue, les Abeilles adultes sont comparables aux Papillons et, comme eux, largement tributaires de la fleur qui produit et élabore leur aliment exclusif. Mais, tandis que les larves des Papillons ont un régime tout autre et sans relation aucune avec l'appareil floral, celles des Abeilles présentent les mêmes exigences que l'adulte et, comme lui, se nourrissent exclusivement de miel et de pollen.

Chez les espèces solitaires, l'Abeille femelle prépare pour ses jeunes la pâtée nutritive dont j'ai parlé plus haut; chez les espèces sociales, et notamment chez notre Abeille mellifique, c'est à des femelles stériles, appelées ouvrières, que revient cette fonction. Pour être exact, j'ajouterai que les jeunes larves de l'Abeille mellifique, durant les premiers jours, reçoivent pour nourriture une gelée spéciale, riche en matière albuminoïde sécrétée par les ouvrières nourrices, et que les larves de reines sont soumises à ce régime durant toute leur évolution ; mais cette gelée est produite par les nourrices aux dépens du miel et du pollen, de sorte que je n'ai rien exagéré en disant que ces deux substances sont également nécessaires aux larves d'Abeilles et aux Abeilles adultes.

J'aurai l'occasion de vous décrire dans un instant les outils dont se servent les Abeilles au cours de la récolte : puissantes mandibules pour ouvrir les corolles et les anthères, brosses de poils pour réunir les grains de pollen, trompe plus ou moins longue pour humer le nectar ou, lorsque la soif se fait sentir, pour aspirer quelques gouttelettes d'eau. En ce moment, il me suffira de vous montrer combien sont ingénieuses les Abeilles quand il s'agit de recueillir sur les fleurs les aliments qu'elles convoitent.

D'après les observations de M. Gaston Bonnier et de Georges de Layens, la répartition des Abeilles mellifiques sur les fleurs est sujette à des variations considérables, mais toujours calculées. Chaque matin, la ruche envoie dans la campagne des éclaireurs qui explorent le voisinage pour y reconnaître les plantes de choix et les régions propres à la récolte. Au retour de cette avant-garde, les ouvrières sortent en grand nombre, les unes chargées de recueillir le pollen, les autres de butiner pour du miel. Le principe de la division du travail est parfaitement observé, chaque butineuse récoltant exclusivement l'un ou l'autre des deux produits et, presque toujours, au moins dans chaque voyage, limitant ses visites à une seule sorte de fleur. Ainsi, le travail s'effectue plus sûrement et avec plus de rapidité.

« Les Bourdons et les Abeilles, dit justement Darwin, sont de bons botanistes, car ils savent que les variétés peuvent présenter de profondes différences dans la couleur de leurs fleurs sans cesser d'appartenir à la même espèce. J'ai vu fréquemment, ajoute l'illustre naturaliste, des Bourdons voler droit d'une plante de *Dictamnus fraxinella*, ordinairement toute rouge, vers une variété blanche; d'une variété de *Delphinium consolida* et de *Primula veris* à une autre différemment colorée; d'une variété pourpre foncé de *Viola tricolor* à une autre jaune d'or, et, dans deux espèces de *Papaver*, d'une variété à une autre qui différait beaucoup comme couleur. Mais, dans ce dernier cas, quelques Abeilles volaient indifféremment à l'une ou l'autre espèce, quoique passant à d'autres genres, et agissaient comme si ces deux espèces avaient été de simples variétés. » On peut faire partout des observations analogues : dans un parterre où fleurissaient des *Balsamine hortensis* de diverses nuances, j'ai vu le Xylocope violacé, diverses espèces de Bourdons et l'Abeille mellifique se rendre également sur les corolles de toutes teintes. Ces insectes reconnaissent à distance, comme le pense Darwin, le port spécial de la fleur, et sans doute aussi son parfum. Il résulte de ce qui précède que l'Abeille mellifique adapte ses visites aux circonstances et, suivant la floraison, change fréquemment de champ de récolte. Au printemps, vous la voyez qui butine sur les rares fleurs alors ouvertes, celles à chatons notamment; un peu plus tard, elle fréquente en foule les Cerisiers, les Pêchers et les Poiriers; plus tard encore, au moment où la plupart des corolles s'épanouissent, elle donne le choix aux inflorescences des Légumineuses, surtout à celles du Robinier, du Trèfle et du Sainfoin qui lui fournissent en quantité un nectar de prédilection. Les apiculteurs connaissent parfaitement cette faculté de choix que possèdent les Abeilles; ils ont voulu en

tirer parti en cultivant pour l'insecte, non loin des ruches, une Hydrophilidée américaine, la Phacélie de Californie, qui donne pendant longtemps une floraison abondante.

Les procédés qu'emploient pour butiner nos Mellifères sont loin d'être uniformes : l'Abeille mellifique, dont les mandibules et les mâchoires ne sont pas très fortes, se contente généralement de pénétrer dans les corolles; les Xylocopes ne se donnent point tant de peine et, d'un coup de leur puissant appareil buccal, mettent à nu les organes nectarifères. Les Anthophores et les Bourdons ont fréquemment recours au même procédé brutal. Très ingénieuse, l'Abeille mellifique sait tirer parti des méthodes employées par les autres Mellifères : elle profite des perforations que ces dernières ont ouvertes dans les corolles et y introduit sa trompe pour humer le nectar. Un fait, dont je fus témoin l'an dernier, nous montre combien peut être grande, en pareil cas, l'ingéniosité de notre avette. Dans mon jardin d'expériences se trouvait un parterre de Capucines, dont les fleurs, très abondantes, étaient fréquentées par les Xylocopes et presque toutes perforées dans l'éperon, un peu au-dessus des nectaires. Ordinairement, l'Abeille mellifique absorbe le nectar des Capucines en pénétrant dans la fleur et en allongeant sa trompe jusqu'au nectar. Dans le cas présent, elle n'agissait pas de la sorte; ayant reconnu que ses visites étaient vaines et que d'autres butineuses avaient en grande partie épuisé le nectar par un trou de l'éperon, elle se rendait toujours directement sur ce dernier et, à travers l'orifice préexistant, allongeait sa trompe jusqu'aux nectaires. D'ailleurs, cette méthode était propre aux ouvrières chargées de faire du miel; les butineuses de pollen agissaient tout autrement et, sans s'occuper de l'éperon, pénétraient directement dans la corolle afin d'y atteindre les anthères.

Je crois inutile d'insister davantage : les Abeilles sont merveilleusement douées pour la récolte du nectar et du pollen; ces deux produits floraux leur sont nécessaires et ils leur suffisent à tout âge; si bien qu'on peut dire, avec M. Pérez, que « toutes les espèces d'Abeilles disparaîtraient sans exception si les fleurs cessaient d'exister, ou si elles cessaient de produire du nectar et du pollen ».

II

Cette conclusion étant bien établie (et je pense qu'on ne saurait la contester), il nous faut voir si les Abeilles sont de quelque utilité pour les fleurs et dans quelle mesure elles leur sont utiles. La question a été fort discutée, et c'est à elle, pour une grande part, que sont dues les divergences de vues dont je vous entretenais il y a un instant. En tout cas, nul ne l'a étudiée de plus près et avec une rigueur plus grande que l'illustre Darwin, dans les trois œuvres mémorables dont je vous ai cité les titres.

Avant d'entrer dans le vif de cette étude, laissez-moi d'abord vous exposer quelques principes fondamentaux relatifs à la fécondation des végétaux phanérogames. Dans la plupart de ces plantes, surtout dans celles que vous connaissez le mieux, les organes mâles, ou étamines, et les ovules, ou organes femelles, sont réunis au sein de la même fleur qui, dans ce cas, est désignée sous le nom de fleur *hermaphrodite*. A la périphérie se trouvent les étamines, terminées par des anthères qui renferment les grains de pollen, c'est-à-dire les éléments sexuels mâles; au centre existent un ou plusieurs sacs dont l'ensemble constitue le pistil qui renferme, à son intérieur, un nombre d'ovules très variable, mais toujours infiniment moins grand que celui des grains de pollen. Pour que les ovules puissent se transformer en graines, il est nécessaire que les grains de pollen germent sur le pistil, y enfoncent un prolongement, et, par ce dernier, viennent fusionner leur substance avec celle de chaque ovule. La fécondation se produit de même dans les plantes dont les fleurs sont *unisexuées*, c'est-à-dire les unes mâles, les autres femelles; seulement, chez ces plantes, il faut nécessairement que le pollen des fleurs mâles soit porté sur le pistil des fleurs femelles.

Si la fécondation est toujours la même dans son essence, les modes suivant lesquels on la voit se produire sont loin d'être uniformes, mais peuvent être ramenés à deux : la *fécondation directe* et la *fécondation croisée*. La fécondation est directe quand les ovules sont imprégnés par le pollen de la fleur qui les renferme; elle est croisée quand l'imprégnation se produit entre ovules et pollen de deux plants différents. Darwin a établi que la fécondation croisée est singulièrement plus avantageuse pour la plante que la fécondation directe et que, dans la limite d'une même espèce, ces avantages sont sensiblement proportionnels aux différences des corps reproducteurs qui subissent le croisement. Entre deux fleurs d'une même tige, les avantages de la fécondation croisée sont faibles ou nuls; ils augmentent quand les fleurs appartiennent à deux plants distincts, surtout quand ces plants ont végété dans des conditions dissemblables; enfin, ils s'exagèrent au maximum quand les plants appartiennent à deux variétés différentes de la même espèce. Ces avantages se manifestent, en général, par une végétation plus robuste, une floraison plus hâtive, et la formation de graines plus nombreuses et plus propres à germer. Les démonstrations de Darwin reposent sur un luxe

inouï de preuves, d'expériences et d'observations; elles sont, d'ailleurs, justifiées par la pratique courante et s'étendent même au règne animal. Pourtant, elles ont soulevé des contestations nombreuses dont tous les arguments sont empruntés aux œuvres mêmes de l'illustre philosophe. Il est vrai, en effet, que certaines plantes (entre autres le *Lathyrus odoratus* ou Pois de senteur) se reproduisent toujours par auto-fécondation, — que la très grande majorité des fleurs sont hermaphrodites et, par conséquent, très propres à la fécondation directe, — et que plusieurs Phanérogames, à côté des fleurs normalement ouvertes, présentent des fleurs *cléistogames* toujours closes et néanmoins parfaitement fécondes. Oui, tout cela est vrai, et Darwin le savait mieux que tout autre, puisqu'il a consacré de longues pages à l'examen de ces faits. Mais comment peut-on partir de là pour contester les avantages du croisement? Chez les êtres vivants, l'acte essentiel est évidemment celui de la reproduction, *primo vivere*, et tout dans la Nature est orienté vers ce but. Ainsi s'explique la multiplicité extraordinaire des grains de pollen, surtout chez les fleurs unisexuées, l'hermaphrodisme floral, la cléistogamie et, chez certaines plantes, telles que le Pois de senteur, l'auto-fécondation persistante. Mais, s'il est nécessaire que la plante soit fécondée, il est éminemment utile qu'elle le soit dans des conditions qui favorisent la vigueur et la fécondité de sa descendance, et l'expérience prouve que ces avantages sont acquis par le croisement bien mieux que par l'auto-fécondation. En d'autres termes, les dispositions qui permettent la fécondation directe garantissent au végétal qui les possède le maintien de sa lignée; mais, ce minimum de sécurité une fois acquis, ce sera tout bénéfice pour l'espèce si elle peut se reproduire par la fécondation croisée.

Rien ne montre mieux les avantages de ce dernier mode de fécondation que l'extrême prédominance des propriétés ou des dispositions qui lui permettent de se produire dans le règne végétal. La fécondation croisée s'impose fatalement dans toutes les plantes à fleurs unisexuées; c'est de toute évidence, et il serait oiseux d'insister sur ce point; mais je crois utile de montrer comment, en dépit des apparences, elle se réalise très souvent, le plus souvent même, chez les plantes à fleurs hermaphrodites.

Voici d'abord un fait des plus curieux et qui a été mis en lumière par les expériences de Darwin et de nombreux botanistes : lorsqu'on dépose simultanément, sur le pistil d'une fleur hermaphrodite, le pollen même de cette fleur et celui d'une autre fleur de la même espèce, on observe que ce dernier germe plus rapidement que l'autre et que, dans la majorité des cas, il détermine à lui seul la fécondation. D'après les expériences de Darwin, cette avance dans la génération du pollen étranger est, en moyenne, de vingt-quatre heures. Il est trop clair qu'une semblable propriété favorise les croisements et les rend presque inévitables: sans doute, le pollen d'une fleur hermaphrodite peut tomber directement sur le stigmate du pistil immédiatement contigu, mais il suffira d'un coup de vent ou de la visite d'un Insecte, pour apporter aussitôt sur le même stigmate des grains de pollen étrangers, qui prendront les devants dans l'acte reproducteur.

A cette propriété curieuse, qui favorise le croisement chez toutes les plantes à fleurs hermaphrodites, s'en ajoute fréquemment une autre, la dichogamie, qui concourt au même but. On qualifie de *dichogames* les fleurs hermaphrodites dont les organes sexuels ne sont pas mûrs en même temps, soit que leurs étamines mûrissent avant le pistil, soit, ce qui est plus rare, que le pistil mûrisse avant les étamines. Par opposition, on attribue le qualificatif d'*isogames* aux fleurs hermaphrodites où les organes des deux sexes mûrissent simultanément. Chez ces dernières, la précocité germinative du pollen étranger favorise seule les croisements ; chez les autres, c'est-à-dire chez celles qui sont dichogames, les croisements sont favorisés par cette germination hâtive en même temps que par la maturation non simultanée des éléments sexuels d'une même fleur. En fait, la dichogamie suffit presque toujours pour nécessiter le croisement, et, comme les plantes dichogames sont beaucoup plus nombreuses que les plantes *isogames*, on arrive à cette conclusion que la fécondation croisée doit être tout à fait prédominante chez les végétaux munis de fleurs.

Revenons maintenant aux Abeilles. Nous avons établi la prédominance du croisement chez les végétaux à fleurs et les avantages qui en résultent pour la plante; si nous arrivons à reconnaître que les Abeilles sont les agents les plus actifs de la fécondation croisée, il ne nous sera plus possible de douter que ces Insectes sont extrêmement utiles aux végétaux qu'ils fréquentent. C'est ce que nous allons maintenant examiner.

Qu'elles soient isogames ou dichogames, les fleurs abandonnent leur poussière pollinique aux Insectes ou au vent, dans la très grande majorité à tous deux à la fois. On donne le nom de plantes *anémophiles* à celles dont la fécondation ne s'effectue guère que par le concours du vent. Faute d'Insectes amis des fleurs, toutes les Phanérogames primitives furent exclusivement anémophiles et ont légué ce caractère à leurs descendants actuels: elles sont essentiellement représentées par les Gymnospermes à fleurs unisexuées, dont les Conifères sont, chez nous, les principaux représentants.

Comme le vent est un véhicule absolument aveugle, beaucoup de pollen est perdu, de sorte que ces plantes en produisent une quantité considérable : de là, ces pluies de pollen qu'on observe à certaines époques près des forêts d'arbres verts. Passez au bois de Vincennes, dans quelques semaines d'ici; pour peu que le vent s'y prête, vous reviendrez tout jaunis peut-être par le pollen des massifs de Pins.

Au reste, les plantes exclusivement anémophiles sont en grande minorité; la plupart des végétaux à fleurs disséminent leur pollen, et par la voie du vent, et par celle des Insectes. Ces deux agents de fécondation croisée sont loin d'agir avec la même efficacité, car, si le vent dissémine au hasard la poussière pollinique, les Insectes la portent sûrement au point voulu, c'est-à-dire sur le pistil des fleurs qu'ils fréquentent.

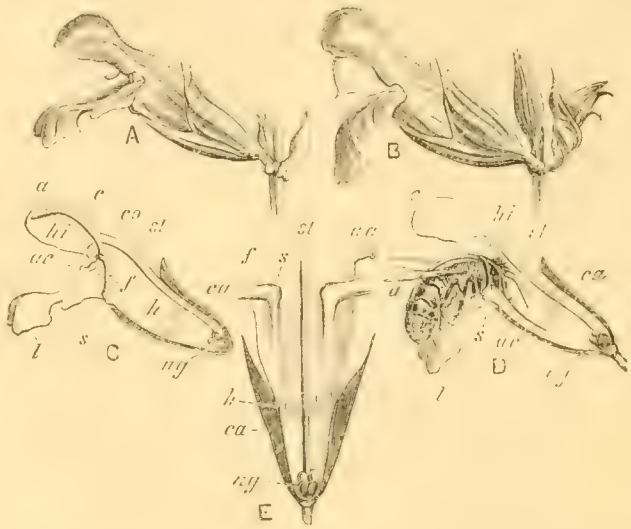


Fig. 2. — *Fleur de Salvia officinalis.* — A, jeune, montrant un sac pollinique atrophié; B, âgée, montrant son stigmate; C, jeune, vue en section verticale longitudinale; D, visitée par une abeille; E, en section longitudinale (base du tube de la corolle); *a*, sac pollinique fertile; *ac*, sac pollinique stérile; *c*, connectif qui réunit les deux sacs et qui peut osciller en *hi* autour du filet *f* de l'étamine; *st*, style; *ng* nectaire à la base des ovaires; *ca*, calice; *co*, corolle. D'après Cheshire : *Bees and Bee-Keeping.*)

D'après les expériences de Darwin et celles de nombreux autres observateurs, on arrive à cette conclusion remarquable que la moitié au moins des plantes qui nous occupent sont frappées de stérilité totale ou partielle lorsqu'on les recouvre d'une gaze qui empêche les Insectes d'y arriver.

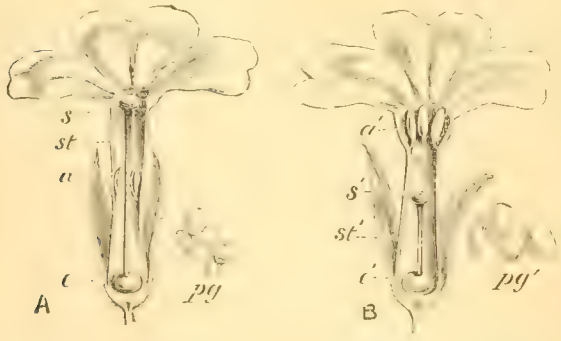


Fig. 3. — *Primula vulgaris.* — A, fleur à long style (*st*); B, fleur à court style (*st'*); *s*, *s'*, stigmate; *a*, *a'*, étamines; *o*, *o'*, ovaires; *pg*, *pg'*, grains de pollen. (D'après Cheshire.)

En général, les plantes qui réclament le plus impérieusement la visite des Insectes sont celles dont les fleurs présentent le plus d'irrégularité. Beaucoup même sont ainsi faites que l'Insecte doit forcément se couvrir de leur pollen et produire la fécondation croisée, au cours de ses tentatives pour la récolte du nectar. Nulle part cette structure n'est aussi frappante que chez les Sauges (fig. 2), Labiées anormales où deux étamines ont disparu et où les deux autres se réduisent sensiblement à un très long connectif muni d'un sac pollinique. Examinez cette fleur de Sauge (C)! Par son point d'insertion sur le court filet staminal *f*, le connectif *c* est divisé en deux bras inégaux : l'un, court et stérile *ac*, qui se recourbe vers le bas, à l'entrée même du tube corollin; l'autre, long et appliqué sous le lobe supérieur de la corolle, où il porte à son sommet le sac pollinique *a*. En pénétrant dans la gorge de la fleur pour atteindre le nectar (en *ng*), l'Abeille (D) refoule de sa tête le court bras stérile, provoque de la sorte un mouvement de bascule dans le connectif et reçoit sur sa face dorsale le long bras de ce dernier, avec la poussière pollinique. Ainsi chargée de cet élément fécondateur, l'active ouvrière se rendra sur une autre corolle et, au moment même d'y pénétrer, en saupoudrera le stigmate qui fait saillie sur le lobe supérieur. A l'exception de la *Salvia coccinée*, étudiée par Ogle et Darwin, toutes les Sauges sont fécondées de cette manière par les Abeilles.

Avec les Primevères, nous abordons un groupe de plantes bien plus vaste et très varié, qui se prête non moins bien au croisement par les Insectes, mais grâce à un tout autre procédé. Dans cette *Primula vulgaris* (fig. 3), comme dans toutes les autres espèces du genre, on distingue deux sortes de fleurs : les unes (B) où le style *st'* ne dépasse guère le milieu du tube corollin et où les étamines *a'* se fixent vers l'orifice de ce dernier; les autres (A) où la position est inverse, le style *st* s'épanouissant vers l'orifice et les étamines *a* formant une couronne au milieu du tube.

A cette différence remarquable s'en ajoute une autre non moins curieuse : le pollen des fleurs à court style est formé de grains volumineux *pg'* et celui

des fleurs à long style de grains fort petits *pg*. Ces fleurs sont aussi mal disposées que possible pour la fécondation directe ou pour la fécondation par le vent; chez elles, d'ailleurs, plus que dans toute autre plante, les affinités d'un pollen sont pour les fleurs de l'autre forme, de sorte que l'intervention des Insectes devient presque nécessaire. Quand une Abeille va recueillir du nectar au fond des corolles à court style (B), elle froisse les étamines avec sa tête, qui se couvre forcément de poussière pollinique; que l'Insecte se rende ensuite sur des fleurs de l'autre sorte (A), non moins forcément, il déposera sur leur stigmate les volumineux grains de pollen qu'il a entraînés et, avec sa trompe, en recueillera de petits qui serviront à féconder les fleurs à court style. Avec le botaniste Hildebrandt, nous qualifierons d'*hétérostylées* les plantes nombreuses qui présentent un polymorphisme analogue. Darwin en a fait une étude approfondie; il a montré notamment que la fécondation de ces végétaux est presque toujours croisée, qu'elle s'effectue presque toujours par le moyen des Insectes, que l'auto-fécondation y est fort rare et qu'elle se rapproche de l'hybridation, soit par la stérilité des plantes qui en résultent, soit par la dégénérescence rapide des produits qu'elle engendre.

Chez les Violettes, les Aristoloches et beaucoup d'autres Phanérogames, la disposition de l'appareil floral rend plus nécessaire encore l'intervention des Insectes; mais je passe sur ces exemples et j'arrive aux Orchidées où, dans presque tous les cas, cette intervention s'impose d'une manière absolue. Voici, en quelques mots, le curieux mécanisme par lequel s'effectue la fécondation dans les représentants de cette famille.

La figure 4 reproduit les détails d'une fleur d'Orchidée : le large labelle *l* de la corolle conduit dans un long éperon qui renferme les organes producteurs du nectar *n*; en avant, à l'entrée de l'éperon, le style s'épanouit en un double stigmate *st* que surplombe l'unique et volumineuse anthère *a* de la fleur. Au lieu d'être dissociés en poussière, les grains de pollen sont intimement reliés entre eux et forment deux masses, appelées *pollinies po*, qui viennent se réunir par un pédicule *c* sur un corps glutineux *tr*, à l'entrée de l'éperon. Abstraction faite de l'*Ophrys apifera*, qui peut se féconder lui-même, grâce à une structure spéciale, les plantes de la famille sont incapables d'auto-fécondation et le vent ne leur est d'aucun secours; par contre, on peut aisément enlever leurs pollinies en touchant avec la pointe d'une aiguille ou d'un crayon le corps glutineux où elles viennent se réunir. C'est par un procédé analogue que les Mellifères produisent la fécondation croisée de ces plantes; en s'avançant dans l'éperon pour la recherche du nectar, ils entrent en contact avec le disque visqueux (A), se chargent d'une ou deux pollinies et les emportent ensuite généralement fixées sur la partie antérieure du corps (B, E, G, I). Comme l'a montré Darwin, le ciment fixateur se dessèche bien vite et bien vite aussi la pollinie s'incline en avant (F, G); quand l'Insecte pénètre dans un autre éperon,

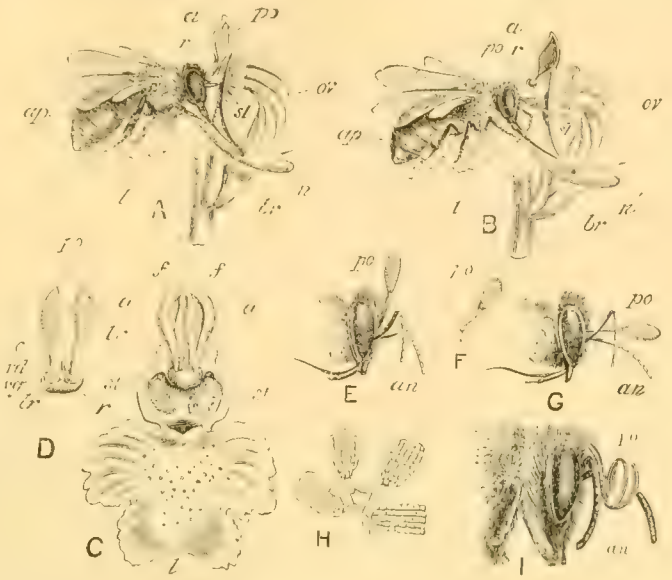


Fig. 4. — *Fleurs d'Orchidées et leur fécondation par l'Abeille.* — A, fleur d'*Orchis morio* dont on a enlevé les sépales, deux pétales et en partie le côté droit de l'éperon; cette fleur est visitée par une Abeille sur le front de laquelle une pollinie (*po*) vient se fixer par son rostellum (*r*) glutineux; B, cette pollinie est portée dans une autre fleur qui la reçoit sur son stigmate *st*, après quoi une autre pollinie *po* sera emportée par la visiteuse; C, fleur d'*O. morio*, incomplète comme celle de A, mais vue de face, pour montrer l'entrée de l'éperon, et l'anthère (*a*), qui s'ouvre par deux fentes pour laisser sortir les pollinies (*po*); D, pollinies isolées (*po*) fixées au rostellum (*r*); E, F, G, positions successives que prend une pollinie sur la tête de l'Abeille; H, dissociation d'une pollinie; I, une pollinie de *Vanda* sur la tête d'un Mellifère.

Fig. 5. — *Transport des pollinies d'Orchidées par les Mellifères* (les pollinies sont représentées par des aires rayées). — N° 1, *Eulema dimidiata*; n° 2, *Euglossa cordata*. (Ces figures, relevées d'après nature, montrent que les pollinies se fixent en un point quelconque du corps.)

cette dernière est placée de telle sorte qu'elle s'applique sur le stigmate (B) et lui abandonne l'élément fécondateur (voir aussi fig. 5).

Le rôle des Insectes et les avantages du croisement chez les Orchidées se manifestent avec toute la netteté désirable dans la Vanille : au Mexique, cette plante est fécondée naturellement par divers Insectes, et notamment par les Mélipones qui ressemblent beaucoup à notre Abeille; dans les autres régions du globe, on la féconde par voie artificielle en rabattant l'étamine sur le pistil au moyen d'une aiguille. En somme, la Vanille subit au Mexique la fécondation croisée naturelle, et partout ailleurs l'auto-fécondation artificielle. M. Lecomte, qui a bien voulu me donner ces détails, attribue au croisement la qualité tout à fait supérieure de la Vanille mexicaine. Dans les serres de nos pays, la Vanille a les mêmes exigences; elle peut y fleurir, mais ne donne pas de graines sans fécondation préalable. Profitant des riches collections d'Orchidées réunies par son père, mon excellent collaborateur, M. Robert du Buysson, était devenu très habile dans la culture de ces belles plantes; il obtenait des gousses de Vanille, soit en pratiquant la fécondation artificielle, soit au moyen des Mégachiles et des Bourdons qu'il tenait en captivité dans les serres.

A la suite de cette étude, on est en droit de conclure que les Insectes anthophiles, et en particulier les Mellifères, jouent un rôle de premier ordre dans la fécondation des plantes à fleur, qu'ils leur assurent les avantages du croisement et que, dans un très grand nombre de cas, ils sont absolument nécessaires à l'acte reproducteur.

Peut-être M. Pérez a-t-il exagéré en disant, avec Dodel-Port, que « cent mille espèces de plantes disparaîtraient de la surface du globe » si les Abeilles cessaient de les visiter; en tout cas, on ne saurait douter qu'un pareil phénomène n'apportât des perturbations très profondes dans le règne végétal, tel qu'il existe actuellement.

III

Nous sommes désormais fixés sur deux points de première importance : les fleurs sont nécessaires aux Abeilles, et celles-ci, de leur côté, sont très utiles ou même nécessaires à la fécondation des plantes à fleurs. Il s'agit maintenant de savoir si la réciprocité des services a eu pour conséquence une adaptation réciproque entre ces deux sortes d'êtres.

Nous n'ignorons pas que tous les êtres sont sujets à des variations plus ou moins étendues et que, parmi ces variations, celles qui sont avantageuses à l'espèce se fixent et se développent ultérieurement par sélection naturelle et par hérédité. Or, si les fleurs sont nécessaires aux Abeilles et les Abeilles utiles ou nécessaires à la fécondation des fleurs, on est en droit de penser que toutes les variations qui favorisent la récolte dans les premières et la fécondation dans les secondes ont dû se fixer et s'amplifier dans la suite des temps. Voilà ce qu'indique le raisonnement; mais la science ne saurait se contenter d'*a priori*, et nous devons examiner dans quelle mesure cette conclusion très légitime est justifiée par les faits.

L'adaptation des Mellifères à la récolte du pollen et du nectar se manifeste par degrés dans toute une série de formes dont les termes extrêmes sont les *Prosopis* et l'Abeille mellifique (*Apis mellifica*). Chez les premiers, la structure ne diffère pas essentiellement de celle des Guêpes; c'est à peine si l'appareil buccal s'allonge et si des poils plus nombreux se développent pour la récolte du pollen: nous sommes au début de l'évolution propre aux

Fig. 6. — *Abeille mellifique vue de côté.* — Reproduction d'un tableau original de M. Clément.

Mellifères. Dans l'Abeille mellifique, d'autre part, cette évolution atteint son maximum et se manifeste par des caractères adaptatifs de la plus haute évidence (fig. 6). Pour la cueillette du pollen, des poils collecteurs qui recouvrent tous les points du corps et qui, sur la face interne du premier article tarsien des pattes postérieures, se groupent pour former une merveilleuse petite *brosse*. Les boulettes polliniques agglomérées par cet appareil sont reçues dans une dépression ou *corbeille* creusée sur la face externe de l'article précédent; elles s'y accumulent en grand nombre et y sont retenues par une frange de poils recourbés jusqu'au moment où l'ouvrière, jugeant ses manchettes trop lourdes, rentre à la ruche et s'y débarrasse de son fardeau. Pour la récolte du nectar, les modifications adaptatives sont encore plus parfaites et plus compliquées : à l'exception des mandibules, toutes les pièces de l'appareil buccal s'allongent et se groupent pour former une trompe qui, au repos, se replie deux fois sur elle-même et, pendant le travail, atteint la moitié de la longueur du corps.

Excavés sur la face interne et fortement étirés dans le sens longitudinal, les mâchoires et les palpes labiaux constituent par juxtaposition les parois de l'organe (fig. 7, nos 3 et 4); dans l'axe se trouve la langue, fine et grêle, qui s'épanouit en languette à son extrémité libre, se creuse en étroite gouttière sur sa face ventrale et porte p[illegible]lleurs de nombreux poils absorbants. Il

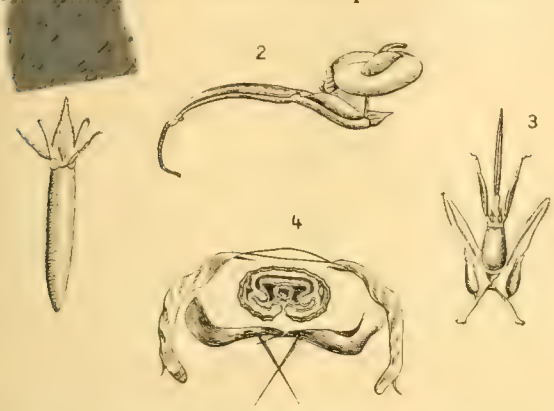


Fig. 7. — *Appareil buccal des Mellifères.* — N° 1, Abeille à langue courte, portée sur un long menton : *Halictus quadricinctur.* N° 2, tête et trompe de *Bombus hortorum* (Bourdon des jardins), vues de côté; sur les deux tiers de sa longueur, la ligule est protégée par les maxilles et les palpes labiaux). N° 3, maxilles et lèvre inférieure de l'Abeille commune (*Apis mellifica*), vues de face avec leurs pièces écartées ; à la base, les deux maxilles, en avant, les deux palpes labiaux pluriarticulés; au milieu, la ligule. N° 4, coupe transversale à travers une trompe d'*Apis mellifica*; sur les côtés et au-dessus, les deux maxilles; au-dessous, les deux palpes maxillaires; au milieu, la ligule. (D'après H. Müller.)

ne faut rien moins qu'un appareil semblable pour atteindre le liquide sucré dans les nectaires qui le produisent; car ces organes sont d'ordinaire profondément cachés au fond des corolles, tantôt formant un cercle à la base du pistil comme dans cette Crucifère (fig. 9, n° 2); tantôt reléguée au bas de l'éperon floral comme dans la Capucine ou dans cette Orchidée (fig. 4). Grâce aux poils absorbants de la languette, les sucs nectarifères sont attirés, passent dans la gouttière capillaire et arrivent jusque dans le canal formé par les mâchoires et les palpes labiaux; ils y circulent ensuite et remontent jusque dans la bouche sous l'impulsion produite par les mouvements de dilatation et de va-et-vient qu'exécute la langue. Pour comprendre ce mécanisme, il suffit d'examiner les Abeilles à l'abreuvoir quand elles vont y faire provision de liquide. Au Laboratoire de Biologie végétale, je les ai vues en grand nombre, il y a un mois, occupées à cette importante besogne : groupées sur le tapis de mousse qui recouvrait un petit bac, elles faisaient toutes saillir leur trompe et humaient à longs traits l'eau interposée entre les tiges du Cryptogame. Elles n'agissent pas d'autre manière au moment de la récolte du nectar. Ajouterai-je que l'Abeille mellifique n'est pas moins bien douée pour l'édification du magasin nécessaire à la récolte? Avec ses aires abdominales où s'élaborent des lamelles de cire, avec les pinces qui saisissent ces lamelles et les mandibules qui les broient, elle possède la matière et les instruments qui lui servent à construire ses alvéoles. Est-il possible de concevoir un être mieux adapté aux besoins de la récolte?

Entre les *Prosopis* et notre Abeille commune, les autres Mellifères forment une longue série où l'on voit se perfectionner peu à peu l'appareil récoltant. Voici d'abord les Halictes, les Dasypodes et les Andrènes; solitaires comme les *Prosopis*, ces Abeilles sont un peu mieux douées au point de vue des appareils collecteurs. Si leur trompe reste fort imparfaite (fig. 7, n° 1) et au repos ne se replie qu'une fois sur elle-même, on voit un revêtement de poils touffus sur la jambe et le premier article tarsien de leurs pattes postérieures, parfois même, comme chez les Andrènes (fig. 8, n° 1), sur la hanche et sur le thorax à la base des mêmes pattes. Chez une *Andrena ovina*, que j'ai capturée à Fontainebleau il y a quelques semaines, les houppes collectives étaient toutes colorées en jaune par la masse de pollen qu'elles avaient capturée. Dépourvu d'un appareil collecteur semblable, le *Prosopis* en est réduit à ingérer le pollen, qu'il dégurgite mélangé au miel sous la forme de bouillie.

Avec les Xylocopes, les Anthophores et les Euglosses, nous arrivons à des Mellifères où la vie so-

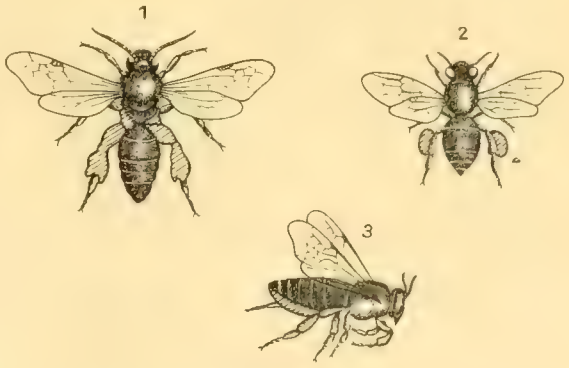


Fig. 8. — *Transport du pollen par les Mellifères* (les charges de pollen sont indiquées par des aires rayées). — N° 1, *Andrena Clarkella*; n° 2, *Apis mellifica* (Abeille commune); n° 3, *Megachile centuncularis L.*; chez les Mégachiles, la brosse pollinique est placée sur la face ventrale de l'abdomen.

ciale n'existe pas encore, mais où la trompe égale en perfection et parfois même dépasse en développement celle de l'Abeille commune; chez les Euglosses, elle mesure pour le moins une fois et demie la longueur du corps. Il n'est guère possible d'être mieux outillé pour la récolte du nectar. La cueillette du pollen s'effectue au moyen d'un appareil

qui ressemble beaucoup à celui des Halictes, mais où les poils sont plus courts et plus ou moins disposés en brosse, aussi bien sur la jambe que sur le premier article tarsien. On se rapproche évidemment de l'Abeille mellifique, mais sans en atteindre la perfection, car la jambe n'est pas encore différenciée en corbeille, et les poils de la double brosse, avec les rugosités dont ils sont munis, servent à récolter le pollen aussi bien qu'à le retenir.

Un pas de plus et nous arrivons aux Abeilles sociales : la brosse des jambes disparaît pour faire place à une corbeille (fig. 5 et fig. 7, n° 2), et celle du premier article tarsien se perfectionne et ne sert plus qu'à réunir les poussières polliniques ; ce n'est plus au nid que l'Insecte imprègne de miel cette poussière, mais au moment même où il en fait la récolte, façonnant ainsi des boulettes qu'il entasse dans sa corbeille ; pour répondre aux exigences de la vie sociale, la butineuse accumule des réserves, et présente à cet effet la facilité de sécréter une matière cireuse, ce qui lui permet de construire des alvéoles. D'ailleurs, les aptitudes sont loin d'être également développées dans toutes les formes du groupe ; au bas de la série se placent les Bourdons, qui édifient sans art de gros alvéoles ovoïdes où ils élèvent leur couvain et accumulent leurs réserves ; ces dernières sont toujours peu considérables, et insuffisantes pour subvenir aux besoins de l'hivernage, si bien que les colonies ont une faible durée et disparaissent toutes aux approches de la mauvaise saison. Plus industrieuses et plus prévoyantes sont déjà les Mélipones, qui édifient sous les tropiques des nids compliqués, où les urnes à réserves entourent des gâteaux destinés au couvain. Les urnes à réserves ressemblent aux alvéoles du Bourdon, mais elles servent simplement de magasins, et les provisions qu'y entasse l'Insecte sont suffisantes pour permettre à la colonie de se perpétuer quand les fleurs diminuent ou disparaissent. Les gâteaux à couvain ont une structure et un rôle bien différents ; ils sont uniquement destinés à l'élevage et se composent d'une assise d'alvéoles cylindriques étroitement juxtaposés. Cette architecture nous conduit à celle des Abeilles proprement dites, qui réalise la perfection la plus grande par son extrême simplicité et son économie des matériaux. Ici les alvéoles sont tous de même type et propres à l'emmagasinement aussi bien qu'à l'élevage : ils se composent de prismes hexagonaux séparés les uns des autres par des cloisons communes, et, dans chaque rayon, forment deux assises opposées que sépare un fond commun. Plus d'intervalles perdus, plus de matériaux inutilement employés ; ce n'est pas sans admiration qu'on étudie ces édifices merveilleux, si sagement construits et si bien appropriés à leur usage. Au reste, parmi les quatre espèces d'Abeilles actuellement connues, on observe des différences d'industrie fort appréciables : la petite *Apis florea* et la grosse *Apis dorsata* nidifient à l'air libre et ne construisent qu'un seul rayon ; l'*Apis indica* nidifie fréquemment dans des anfractuosités et y élève des rayons parallèles où les Teignes et autres ennemis ont librement accès ; notre Abeille mellifique, enfin, travaille de manière semblable, mais protège mieux sa construction et, par des soins de tous les instants, en éloigne les parasites.

Ainsi, du Prosopis à l'Abeille mellifique, nous trouvons une série de formes où s'établit par degrés une industrie de plus en plus parfaite. Ces formes se sont produites dans la suite des temps et, à l'heure actuelle, nous rappellent pour ainsi dire les différents stades évolutifs des Mellifères ; elles nous montrent, avec une grande évidence, de quelle manière ces Insectes se sont adaptés aux fleurs. A ceux qui seraient tentés de mettre en doute cette adaptation, je ferai observer qu'elle se manifeste même à l'heure actuelle et que bien des faits semblent montrer qu'elle n'a pas encore atteint son terme. Les apiculteurs savent que les Abeilles mellifiques ne sont pas toutes également bien douées pour la récolte du nectar, et que certaines butinent avec plus de profit parce qu'elles ont la langue plus allongée ; on a même inventé un appareil spécial, le *glossomètre*, pour mesurer la longueur de cet organe. Par une sélection rigoureuse, les apiculteurs arriveront peut-être à fixer les formes où la langue atteint un plus grand développement ; ils seront alors en possession d'une race avantageuse et plus propre que toute autre à la récolte du miel. Avec ses merveilleux instincts, combien serait précieuse notre Abeille si elle pouvait disposer de la très longue trompe des Euglosses !

Nous entrons ici dans le domaine de l'hypothèse, mais sans nous éloigner de la vraisemblance, car l'Abeille mellifique est un être essentiellement variable. Originaire de l'Asie, comme toutes les autres espèces du même genre, on la trouve actuellement sur presque tous les points du globe, depuis la zone torride jusqu'aux limites extrêmes des régions tempérées, partout marquée au coin du climat où elle vit. Ainsi ont pris naissance des races ou des variétés locales, souvent très distinctes les unes des autres : notre Abeille noirâtre est déjà sensiblement différente de l'Abeille italienne au pelage doré, mais toutes deux s'éloignent bien davantage encore des Abeilles mellifiques tropicales, surtout de celles qui sont enfermées dans les îles. Il faut une étude comparative minutieuse pour rapporter au même type toutes ces formes ; on en compte plus de trente, dont beaucoup ont été prises, par beaucoup de zoologistes, comme des espèces particulières.

Cette faculté de variation n'est pas propre à l'Abeille ; plus ou moins accentuée, elle existe chez tous les Mellifères et c'est à elle que sont dus les divers degrés d'adaptation que j'ai signagnalés dans ce groupe. Dans la longue suite des temps, tous les Mellifères se sont adaptés à la récolte du miel et du pollen et ont subi de ce fait une évolution progressive; mais cette évolution n'a été soumise ni à la même uniformité, ni au même développement, et c'est ainsi que se sont différenciées les nombreuses formes que nous y avons reconnues.

IV

Aujourd'hui, on ne conteste guère l'adaptation des Abeilles à la récolte sur les fleurs, mais l'adaptation de ces dernières aux Abeilles reste l'objet de controverses très ardentes. Exagérée par les uns, elle est fort discutée par les autres, d'où les deux Écoles que je vous ai signalées au début de cette conférence et qui ont pour protagonistes : d'un côté, Darwin et sir John Lubbock; de l'autre, M. Gaston Bonnier et ses élèves.

Avant d'aborder cette délicate question, laissez-moi vous rappeler encore le passage dans lequel sir John Lubbock en a très nettement fixé l'étendue et la portée : « Non seulement, dit-il, la forme et les couleurs actuelles, les teintes brillantes, la douce odeur et le miel des fleurs ont été peu à peu développés à la suite d'une sélection inconsciente, exercée par les insectes, mais l'arrangement même des couleurs,... la forme, la grandeur et la position des pétales, la situation relative des étamines et du pistil, sont tous disposés par rapport aux visites d'insectes et de façon à assurer le grand objet (la fécondation) que ces visites sont destinées à effectuer ». Tel sont les différents termes du problème; il ne nous reste plus qu'à les examiner successivement afin d'en connaître la valeur.

Et d'abord, doit-on croire que le nectar des fleurs provient d'une adaptation qui aurait pour résultat d'attirer les Abeilles et, par là même, de favoriser l'acte reproducteur ?

Dans son beau travail sur les nectaires, M. Gaston Bonnier a fourni des arguments nombreux et irréfutables contre cette manière de voir qui, au premier abord, semble toute naturelle. D'après cet auteur, les nectaires sont des organes de réserve où le sucre de canne s'élabore et s'accumule, dissous dans le suc cellulaire (fig. 9). Quand la nuit survient, fermant les stomates aérifères et arrêtant la chlorovaporisation, l'émission de vapeur d'eau par la plante est remplacée par une sorte de sudation qui vient sourdre en divers points de la surface et, dans les nectaires, sous la forme de gouttelettes plus ou moins riches en matière sucrée. Ainsi, les gouttelettes de nectar ont la même origine que l'eau émise par les stomates aquifères; elles sont le résultat d'un arrêt dans la transpiration et ne présentent pas d'autres caractères propres que celui d'avoir traversé des organes riches en saccharose. Le nectar ne renferme jamais qu'une très petite partie du sucre élaboré par les nectaires; quand les Insectes ne viennent pas le recueillir peu après son émission, il est réabsorbé par la plante et, comme toute la réserve sucrée, sert à la nutrition des tissus, au développement des organes, principalement à la formation des graines. En somme, c'est pour son usage propre et non pour attirer les Abeilles en vue de la fécondation que la plante élabore du sucre et sécrète du nectar; elle accumule ces réserves aux points les plus voisins du lieu d'utilisation : ordinairement dans la fleur, puisqu'elles doivent servir

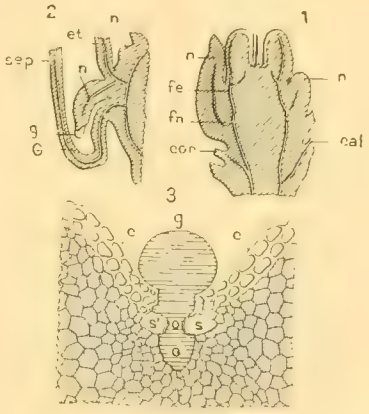


Fig. 9. — *Les nectaires et l'exsudation du nectar.* — N° 1. Coupe longitudinale à travers l'extrémité du pédicelle floral et des carpelles d'une Labiée, la *Salvia lantanifolia* : *cal*, insertion du calice; *cor*, insertion des pétales; *n*, nectaires, et, tout au sommet, les carpelles; *fe*, vaisseaux qui vont aux carpelles; *fn*, vaisseaux qui vont aux nectaires. N° 2. Portion de coupe longitudinale à travers l'extrémité du pédicelle floral et de l'ovaire dans une Crucifère, l'*Aubrietia Columnæ* : *sep*, sépales; *et*, étamines; *n*, *n*, nectaires; *g*, gouttelette de nectar qui tombera dans le réservoir *c*. N° 3. Coupe très grosse d'un nectaire de Pêcher, montrant le nectar *g* qui s'accumule dans la chambre *c* d'un stomate et qui forme une gouttelette au dehors, après avoir suinté entre les cellules *s*, *s'*, qui entourent l'orifice stomatique *o*; en *c*, les cellules superficielles dépourvues de sucre sont disposées sur deux assises. (D'après M. Gaston Bonnier.)

surtout à la nutrition des graines, mais parfois aussi dans d'autres parties du corps où elles sont plus utilement placées. Les Fougères, qui sont des plantes sans fleur, ont assez communément des nectaires, et, chez plusieurs Phanérogames, certains de ces derniers se développent à une grande distance des corolles ; la Vesce, par exemple, présente des nectaires bien développés dans les stipules, c'est-à-dire à la base même des feuilles. Il est donc impossible de considérer le nectar et les nectaires comme les produits d'une adaptation qui

aurait pour résultat d'attirer les Insectes sur les fleurs; pour cette partie du problème, tout au moins, la théorie de sir John Lublock ne me semble pas justifiée.

Je serai moins affirmatif au sujet du parfum floral, soit qu'il émane des pétales ou du pistil, soit qu'il provienne du nectar; les Abeilles ont l'odorat très sensible et l'on ne saurait douter que ces parfums ne les attirent de très loin vers les fleurs.

Cette sensibilité olfactive se manifeste de mille manières, notamment par l'habileté avec laquelle nos Abeilles savent découvrir le miel dans les locaux les mieux fermés : au Laboratoire de Biologie végétale, j'ai vu ces Insectes envahir par milliers la maisonnette où l'on conserve les rayons enlevés aux ruches : ce bâtiment était parfaitement clos et l'on avait même pris le soin d'en calfeutrer les fentes; pourtant, malgré des recherches assidues, on ne put découvrir la fissure qui avait livré passage à toute cette légion. M. Pérez observe justement que les Mellifères, aux premiers beaux jours, fréquentent assidûment les chatons des Saules, qu'ils y arrivent « du côté même où le vent entraîne les émanations odorantes » et que ce sont bien certainement ces émanations qui les attirent, puisqu'ils se rendent aussi bien sur les Saules à chatons verts (Saules femelles) que sur ceux à chatons jaunâtres (Saules mâles). Il est vrai que les Saules fleurissent à une époque où la végétation semble morte et qu'on pourrait attribuer la visite des Abeilles à la coloration tranchée des chatons; mais M. Pérez observe, d'autre part, que les Andrènes se jettent sur les jeunes feuilles de Cognassiers, qui répandent une forte odeur d'amandes amères, et pourtant les bourgeons de tous les végétaux s'ouvrent largement à cette époque.

Je sais bien que Sir John Lubbock a vu des Abeilles passer indifférentes à côté d'un appât de miel qu'il avait placé à une faible distance de leur ruche; mais je crois aussi que M. Pérez a très exactement interprété cette expérience en disant que l'Abeille butineuse, au moment où elle sort pour la récolte, est « exclusivement absorbée par l'idée de son travail » et qu'elle « semble étrangère à tout ce qui n'est pas l'objet de son activité présente ». Je sais bien aussi que M. Gaston Bonnier oppose, à la théorie de l'attraction par les parfums, l'indifférence que les Abeilles manifestent pour la Mélitte fausse mélisse (*Melittis melissophyllum*), dont les fleurs sont finement odorantes; mais je sais également que toutes les fleurs n'attirent pas également les Mellifères, et l'on peut fort bien admettre que la Mélitte est une plante pour laquelle les Abeilles ne manifestent aucun goût. Avec la très grande majorité des naturalistes, nous admettrons, par conséquent, que les parfums floraux sont un élément d'attraction pour les Insectes. Faut-il croire, avec Darwin et sir John Lubbock, que ces parfums sont le produit d'une adaptation de la fleur à l'Insecte? Il serait peut-être téméraire de se prononcer en faveur de l'affirmative, car beaucoup de plantes sont fortement odorantes en dehors des parties qui constituent leurs pièces florales. Pourtant, si l'on considère que les émissions parfumées sont infiniment plus fréquentes dans les fleurs que dans les autres parties du végétal et que, chez les animaux, elles servent très souvent à favoriser les rapprochements sexuels, on a quelque raison de penser que la théorie des auteurs anglais présente à tout le moins un grand degré de vraisemblance. En tous cas, on ne saurait nier que les parfums floraux attirent les insectes anthophiles et notamment les Mellifères.

Bien plus évidente encore est l'attraction produite par le coloris des fleurs. Qui n'a vu les Abeilles butiner dans une prairie, choisissant leurs inflorescences favorites et dédaignant toutes les autres? « Dans les pelouses rases des montagnes, dit M. Pérez, où quelques fleurs seulement sont semées de loin en loin, on voit les Bourdons alpestres voler au ras du sol à leur recherche. Isolées comme elles sont, leur parfum ne saurait les révéler à distance; l'insecte à courte vue n'a d'autre ressource que de scruter de très près le gazon. »

Que la visite des Mellifères puisse être provoquée par le seul coloris floral, c'est ce qui résulte de l'observation suivante : Vers la fin de l'été dernier j'observais les ouvrières de notre Abeille mellifique dans une prairie où la Brunelle commune, le Lotier corniculé, le Plantain et diverses espèces de Trèfles jetaient quelques notes vives. Bien que la floraison fût pauvre, les butineuses ne fréquentaient guère que la Brunelle et savaient fort bien reconnaître ses grappes dressées où les calices défleuris forment une base d'un brun rougeâtre et les corolles violettes un couronnement terminal. L'insecte examinait toutes les grappes, qu'elles fussent ou non terminées par des fleurs; la coloration des calices suffisait pour l'attirer, mais il reprenait son vol dès qu'il avait reconnu la vanité de ses recherches. Sur la Sauge éclatante, j'ai constaté parfois des méprises semblables, ce qui n'a rien de surprenant si l'on songe que le calice et la corolle de cette Labiée ont une rutilance à peu près identique. Dans l'un et l'autre cas, on doit croire que l'Abeille associait la notion de couleur à l'idée de récolte, et que la teinte des inflorescences lui servait exclusivement de guide dans ses voyages.

Je n'insisterais pas davantage sur cette question, si deux naturalistes éminents, M. Gaston Bonnier et M. Plateau, n'avaient contesté que « les couleurs brillantes *attirent* les insectes de préférence aux

couleurs peu visibles, toutes les autres conditions étant égales, d'ailleurs ». Il ne sera pas inutile, je pense, de revenir sur les expériences de ces deux savants et de mettre en regard celles, beaucoup plus précises et autrement probantes, de M. Auguste Forel. M. Plateau recouvrait des capitules de Dahlia avec des feuilles vertes, non point tout d'un coup, *mais peu à peu* jusqu'à occlusion complète; opérant de la sorte, il constatait que les Abeilles continuent leurs visites aux capitules, malgré la teinte verte qui aurait dû les soustraire au regard. M. Forel reprend la même expérience dans une corbeille où étaient épanouis 43 capitules de coloration différente; avec des feuilles de Vigne repliées en dessous et fixées par des épingles, il recouvre de *suite et complètement* 28 de ces capitules, les autres étant laissés intacts à l'air libre. Aussitôt les Abeilles cessent de visiter les capitules complètement recouverts, non sans être troublées par leur disparition apparente. L'une d'elles, après deux heures, finit par reconnaître le stratagème et atteint un capitule floral en suivant les joints inférieurs de la feuille de Vigne; d'autres suivent son exemple et bientôt les capitules recouverts sont visités comme les autres. « Plateau avait donc mal expérimenté et faussement conclu, dit M. Forel. Les Abeilles voyaient encore ses Dahlias d'abord incomplètement recouverts. Lorsqu'il les recouvrait ensuite entièrement, mais seulement par-dessus, les Abeilles avaient déjà été rendues attentives au stratagème et voyaient encore les Dahlias par le côté. Plateau avait compté sans la mémoire et l'attention des Abeilles. »

M. Gaston Bonnier expérimentait autrement que M. Plateau. A 20 mètres d'une ligne de ruches et sur une prairie de fond vert uniforme, il disposait une rangée de rectangles placés à 2 mètres les uns des autres et mesurant 22 centimètres sur 12; ces rectangles étaient rouges, verts, blancs ou jaunes et tous enduits d'une même quantité de miel; ils furent également visités par les Abeilles, à part certaines variations plutôt en faveur des rectangles verts. Cette expérience n'est pas aussi probante qu'on pourrait le croire; elle ne tranche pas « définitivement la question » et démontre tout simplement que les Abeilles sont fortement attirées par le miel, ce que l'on savait depuis longtemps. Il ne faut pas oublier, en effet, que ces Insectes sont en quête d'une récolte, que cette récolte se trouve sur des fleurs, et que le coloris ne sert qu'à déceler la place occupée par ces dernières. Il n'y a aucune raison pour que les Abeilles rendent visite à de grands rectangles colorés, car ces rectangles ne ressemblent en rien à des fleurs; mais on peut croire qu'elles sont attirées vers les fleurs par les teintes brillantes des corolles. Telle est la question qu'il faut résoudre, et l'on ne saurait admettre que les expériences de M. Bonnier ont pu conduire à ce résultat. Le savant observateur aurait été plus heureux en se servant de fleurs artificielles, encore que ces imitations soient le plus souvent dédaignées par les Insectes. M. Forel a eu recours à cette méthode et sa conclusion ne ressemble guère à celle de M. Bonnier. Dans une corbeille de Dahlias, il introduit des fleurs artificielles grossières au sein desquelles il dépose une goutte de miel. Au début, les Abeilles se contentent de fréquenter les Dahlias; puis l'une d'elles vient butiner dans les imitations et y multiplie ses voyages. D'autres ouvrières l'imitent, et bientôt toutes les fleurs artificielles sont visitées, sauf celles dont la coloration est verte. Alors l'accoutumance aux imitations ne laisse plus rien à désirer; les Insectes délaissent les Dahlias et se rendent sur les fleurs imitées, *même quand elles sont dépourvues de miel*. Toute fleur artificielle brillante les attire, toute imitation de teinte verte les laisse indifférentes. Le problème de l'attraction par les couleurs paraît bien résolu. Il est résolu, en effet; mais je crois que M. Forel a eu tort de ne pas accorder aux Abeilles une perception assez nette des odeurs; ces Insectes sont attirés par l'odorat aussi bien que par la vue, et c'est ainsi qu'on peut expliquer leurs visites aux fleurs en châtons verdâtres et aux feuilles couvertes de miellée. Quand M. Bonnier argue de ces visites pour contester l'attraction due aux teintes florales, il oublie que les Insectes butineurs se laissent guider par tous leurs sens, par l'odorat aussi bien que par la vue.

Somme toute, il est bien certain que les Mellifères sont attirés par les couleurs florales brillantes; mais en faut-il conclure que ces couleurs sont le résultat d'une adaptation de la plante aux insectes? C'est l'opinion de nombreux naturalistes, et des plus éminents; mais, bien que cette hypothèse me semble très probable, j'avoue en toute sincérité qu'elle aurait besoin de très concluantes démonstrations. En ce point comme au sujet des odeurs, *il semble bien que l'adaptation existe*; mais on ne saurait être plus affirmatif, car il pourrait se faire que le parfum, comme le coloris, eût un rôle particulier et tout autre dans le fonctionnement vital de la plante. Quoiqu'il en soit, ces deux agents servent à attirer les Mellifères, et, comme tels, favorisent la fécondation des végétaux phanérogames.

J'en dirai autant des diverses sortes de complications florales: allongement tubulaire des corolles, formation d'étroits éperons, recouvrement des étamines par les pièces du limbe, etc., Toutes ces dispositions obligent les Mellifères à pénétrer pro-

fondément au sein des fleurs, et à se couvrir de poussière pollinique. Quand une Abeille butine sur la Sauge éclatante, elle se cache parfois tout entière dans la corolle allongée, et y disparaît comme dans un fourreau ; faut-il ajouter qu'elle en revient toute couverte de grains fécondateurs ? M. Gaston Bonnier n'admet pas que la complication florale se développe pour favoriser la visite de *certains* insectes, et il observe justement qu'une adaptation aussi étroite aurait pour résultat de diminuer les chances de fécondation. Cela me paraît de toute évidence. En fait, la complication florale n'a pas pour effet d'éloigner la plupart des Insectes anthophiliens au profit de quelques autres; à divers degrés, elle présente à tous les mêmes obstacles et les oblige tous à se couvrir de poussière pollinique. Que cette complication ait pour effet d'éloigner certains Insectes à trompe courte ou de forcer certains autres à pratiquer un trou dans les corolles pour atteindre le nectar, on ne saurait le contester, et l'on ne contestera pas davantage qu'un tel résultat soit défavorable à la dissémination du pollen ; mais le désavantage qui en résulte pour la plante se trouve largement compensé d'ailleurs, car, si la complication florale éloigne des étamines certains Mellifères en quête du nectar, elle les oblige tous à se couvrir de poussière fécondante lorsqu'ils sont à la recherche du pollen. Je rappelle à ce propos que, dans un jardin richement fleuri, où des Xylocopes fort nombreux avaient perforé l'éperon des Capucines et des Balsamines, j'ai vu les Abeilles préposées au miel se servir exclusivement de la voie qui leur était ainsi ouverte ; jamais elles ne pénétraient dans les corolles, tandis que les butineuses de pollen y pénétraient toutes et toujours en ressortaient avec une ample récolte.

Si, en dehors de l'attraction qu'ils exercent sur les Mellifères, le parfum et le coloris de la fleur peuvent, à la rigueur, jouer un rôle dans l'adaptation du végétal, on n'en saurait dire autant de la complication du calice et de la corolle. Comment expliquer la variété infinie de ces organes et leurs dispositions parfois bizarres sans recourir à l'hypothèse d'une réaction de la plante vis-à-vis de l'insecte ? Cette réaction a pris naissance le jour où les premiers Insectes visitèrent les premières fleurs ; elle se continue de nos jours et, en dépit de la lenteur qui pourrait faire douter de son existence, on la voit dans certains cas se manifester sous nos yeux. C'est à elle, très certainement, qu'il faut attribuer l'atrophie du sac pollinique inférieur des Labiées à deux étamines. Pour en être convaincu, il suffit d'observer avec attention un Mellifère butinant sur des Sauges (fig. 2) : de sa tête, l'insecte repousse le petit bras du long connectif staminal et lui fait subir une friction violente qui se renouvelle à chaque visite ; il est impossible qu'un pareil frottement ne réagisse pas sur les tissus staminaux, et, comme il s'est vraisemblablement fait sentir depuis que les Sauges existent, on conçoit qu'il ait eu pour résultat d'enrayer peu à peu le développement des sacs polliniques sur le petit bras du connectif. En fait, l'extrémité de ce bras présente parfois quelques traces d'une formation pollinifère, et, dans la *Salvia cretica* L., ces vestiges staminaux sont encore bien développés et fertiles.

De cette cinquième et dernière partie de notre étude, il résulte : 1° que les nectaires et le nectar sont bien certainement destinés aux besoins de la plante et qu'ils ne proviennent pas d'une adaptation de la fleur aux Insectes; 2° que les parfums floraux et les couleurs florales sont peut-être le résultat d'une adaptation de même nature, et que, dans tous les cas, ils attirent puissamment les Insectes anthophiles auxquels ils signalent la présence du butin ; 3° que, dans bien des cas, sinon toujours, les formes florales plus ou moins compliquées doivent être mises au compte d'une adaptation des fleurs vis-à-vis des Insectes.

Telle est la manière de voir, qui, en l'état actuel de nos connaissances, me paraît la plus juste et la mieux fondée ; elle n'est pas de nature à satisfaire les naturalistes des deux camps adverses, et, à coup sûr, ne mettra pas un terme à leurs discussions. Mais on n'épuise pas un pareil sujet dans une simple conférence, et, d'ailleurs, c'est le propre des problèmes relatifs à l'évolution de provoquer les divergences qui poussent aux recherches. Par sa nature même, l'adaptation réclame de longues périodes évolutives; il est rare qu'on puisse la constater directement, et son évidence n'éclate qu'au prix de longues observations comparatives ; elle se manifeste par des états particuliers bien plus que par une action immédiate très apparente, d'où résultent des divergences qui tiennent à l'interprétation des faits observés.

On est à peu près unanime, aujourd'hui, pour reconnaître que les Mellifères, au point de vue des appareils de récolte, sont étroitement adaptés aux fleurs; mais beaucoup contestent que les plantes à fleurs soient adaptées aux Abeilles, et pourtant la pratique culturale nous démontre que les plantes sont, à tous égards, beaucoup plus plastiques, beaucoup plus aisément modifiables que les animaux.

V

S'il existe une adaptation réciproque entre les Mellifères et les plantes à fleurs, il ne faut pas en conclure que l'un de ces groupes s'est modifié au profit de l'autre; chacun d'eux a évolué pour son propre compte, et, si l'on peut s'exprimer de la

sorte, sans avoir cure des avantages du groupe opposé. Ainsi s'expliquent et tombent d'elles mêmes les objections nombreuses que paraît soulever la théorie de l'adaptation réciproque. Le Mellifère ne poursuit qu'un but, la récolte, et tous les moyens lui sont bons pourvu qu'il arrive à butiner; le plus souvent, la plante en profite, mais elle peut aussi en souffrir. Pour capitonner leurs cellules, certaines Osmies découpent les pétales des fleurs; pour atteindre le nectar, les Bourdons perforent souvent les corolles et les Xylocopes déchirent de leurs puissantes mâchoires les tubes floraux allongés; dans l'un et l'autre cas, le Mellifère est arrivé à son but, sans nul souci de la plante qui est considérablement lésée. D'un autre côté, le végétal ne cherche qu'à bien assurer sa descendance, et les phénomènes dont il est le siège concourent exclusivement vers ce but; c'est par ricochet, pour ainsi dire, que le parfum et le coloris des fleurs sont avantageux aux Insectes; la complication florale est plutôt un obstacle à la récolte, tandis qu'elle favorise à un haut degré l'acte reproducteur. Les fleurs cléistogames nous donnent la preuve frappante de l'indépendance de la plante vis-à-vis de l'Insecte; toujours closes, petites et réduites à un faible bouton, elles se fécondent directement sans intervention aucune; l'Insecte ne les visite pas. Il est rare qu'elles existent seules; le plus souvent, on les trouve associées à des fleurs normales; dans tous les cas, elles sont une preuve que le végétal cherche, par tous les moyens possibles, à rendre inévitable l'acte reproducteur.

Claude Bernard a merveilleusement formulé ces réserves dans un aphorisme que relève M. Gaston Bonnier, dans son travail sur les nectaires : « *La loi de la finalité physiologique est dans chaque être en particulier, et non hors de lui; l'organisme vivant est fait pour lui-même; il a ses lois propres, intrinsèques. Il travaille pour lui, et non pour les autres* ».

On ne saurait mieux définir les adaptations réciproques dont nous avons constaté l'existence entre les Abeilles et les fleurs. Ce n'est point pour l'avantage de la plante que se sont modifiés les appareils récoltants des Mellifères, mais au seul profit de ces Insectes dont ils facilitent l'alimentation; et, d'autre part, c'est pour l'avantage de la plante, et au grand bénéfice de la reproduction, que les fleurs se sont modifiées dans leur forme, leur coloris et leur parfum. L'Insecte a tiré le meilleur parti de la conformation florale, et la plante de la visite des Insectes, mais chacun de ces êtres à évolué pour son propre compte en s'adaptant, d'après les règles établies par l'illustre Lamarck, aux conditions vitales du milieu ambiant.

E. L. Bouvier,

Professeur au Muséum d'Histoire naturelle,
Membre de l'Institut.

LES EXPÉRIENCES DE TRACTION ÉLECTRIQUE RAPIDE SUR LA LIGNE DE MARIENFELDE-ZOSSEN

Alors qu'il existe actuellement, dans la plupart des pays civilisés, un nombre fort considérable de tramways et de chemins de fer suburbains exploités au moyen de l'électricité, la locomotive à vapeur règne encore presque en souveraine dans le domaine de la traction sur les chemins de fer à voie normale. Or, malgré les grandes qualités de la locomotive à vapeur, qui jusqu'ici s'est montrée à la hauteur de toutes les exigences du trafic moderne, qualités qui n'ont pas été encore complètement utilisées, les ingénieurs commencent à prévoir les limites pratiques qui s'opposeront à son développement ultérieur. Il paraît, en effet, qu'en raison du poids spécifique élevé de cette machine, il n'y a pas lieu d'espérer surpasser des vitesses d'environ 150 kilomètres avec la locomotive à vapeur.

En dehors des avantages spéciaux inhérents au service électrique, le problème de la traction électrique rapide doit, par conséquent, préoccuper l'esprit de tous ceux qui s'intéressent au progrès de la vie moderne. Ce sont des considérations de cet ordre qui, il y a quatre ans, engagèrent deux des plus éminents représentants de l'industrie électrique, MM. Rathenau et Schwieger, à provoquer une action commune des deux plus grandes maisons d'électricité de l'Allemagne, à savoir l'*Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft* et la *Compagnie Siemens et Halske*. Peu de temps après, il se fondait une entreprise spéciale, sous la raison sociale de *Société d'étude des Chemins de fer électriques rapides*, destinée à étudier soigneusement le problème de la traction électrique à grande vitesse, et à en établir les conditions de service aussi bien que les limites pratiques. L'Administration des Chemins de fer allemands mit gracieusement à la disposition de cette Société le chemin de fer militaire de Marienfelde-Zossen, près de Berlin,

et quelques-unes des banques les plus importantes d'Allemagne voulurent bien donner leur aide à cette entreprise intéressante. Les deux maisons d'électricité précitées construisirent chacune une voiture électrique; ces deux voitures devaient servir alternativement au cours des expériences. La maison Siemens et Halske se chargea de construire la ligne amenant la force électrique, tandis que l'*Allgemeine* consentit à engendrer cette dernière dans la station centrale qu'elle possède à Oberschönweide, ainsi qu'à construire les feeders reliant celle-ci à la ligne de Marienfelde-Zossen. Sur cette dernière, on devait employer la même disposition structure ne correspondait cependant qu'aux anciens types de chemins de fer prussiens; elle comprenait des rails légers, d'un poids de 33,4 kilogs par mètre, placés soit sur des traverses en bois, soit sur de courtes traverses en fer, alors que le ballastage de la voie consistait essentiellement en matériaux de qualité inférieure. On dut prévoir, dès le début, que cette superstructure ne serait pas assez résistante pour supporter des vitesses maxima de 200 kilomètres par heure; mais on résolut, néanmoins, de commencer les expériences sans reconstruire la voie, en se contentant de quelques légères réfections tout à fait secondaires.

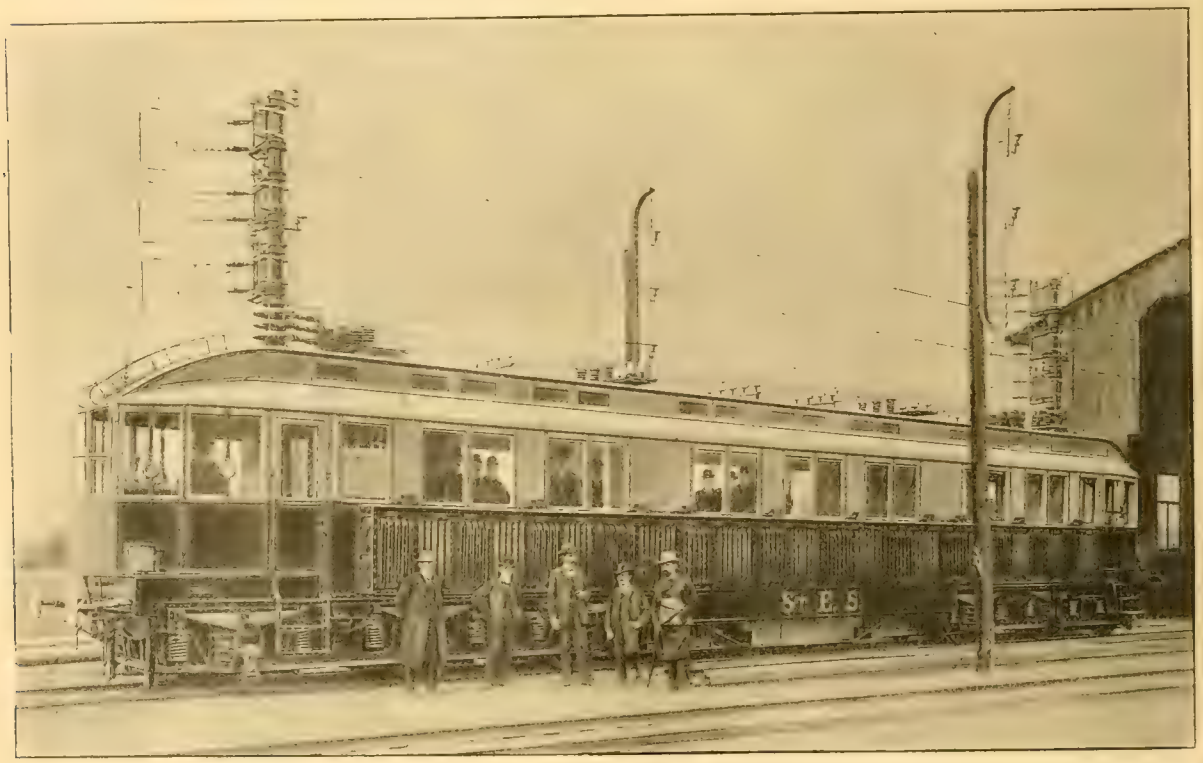


Fig. 1. — *Aspect extérieur de la voiture Siemens et Halske et de la ligne de transmission pour la traction électrique rapide.*

des conducteurs et des prises de courant, et le même type de courant (à savoir du courant alternatif à 10.000 volts entre deux conducteurs), que dans les expériences antérieures effectuées par la maison Siemens sur son chemin de fer d'essai de Gross-Lichterfelde, près de Berlin.

I

Le chemin de fer militaire, de 23 kilomètres de longueur, reliant Marienfelde et Zossen paraissait tout particulièrement approprié, en raison de l'absence de courbes d'un rayon inférieur à 2 kilomètres, alors que les pentes, courtes et rares, ne sont, nulle part, supérieures à 1 : 200. La super-

La disposition de la ligne de transmission est représentée dans la figure 1; les trois fils horizontaux amenant le courant triphasé sont distants d'environ 1 mètre. Le point de suspension du fil horizontal inférieur est à peu près à 5 $^1/_2$ m. au-dessus du bord supérieur des rails. Le parcours entier est divisé en sections d'environ 1 kilomètre chacune, pourvues au milieu d'un dispositif compensateur des pertes de tension; le zéro du système est mis à la terre et relié aux rails. Le point de suspension est susceptible d'un certain déplacement horizontal, aussitôt que les archets de captage viennent appuyer sur le fil horizontal; cette disposition assure un contact satisfaisant et simultané entre les trois fils horizontaux et les archets de

contact supportés par la voiture, même aux vitesses les plus grandes. Des dispositifs de protection mettent les fils automatiquement à la terre, dans le cas d'une rupture de fils.

Quant à la prise de courant, les collecteurs que supportent les deux voitures sont essentiellement identiques, ne différant que dans les détails. Alors que, dans la voiture Siemens, ces collecteurs affectent la forme de mâts attachés aux deux extrémités de la voiture et qui tournent autour de leurs axes verticaux, les deux groupes de trois collecteurs (un pour chaque phase) dont est pourvue la voiture de l'*Allgemeine* sont disposés les uns derrière les autres.

Les deux voitures automotrices construites par les deux maisons d'électricité qui ont entrepris les expériences, sont destinées à environ 50 voyageurs, et corrrespondent, quant à leur aménagement et leurs dimensions, aux règlements techniques établis par l'Association des Administrations de Chemins de fer allemands.

Les moteurs de la voiture *A. E.-G.* sont construits en vue d'un rendement de 250 chevaux chacun, étant pourvus de bobines à barres bifurquées; les enveloppes des moteurs sont fixées sur un cadre en fer, supporté des deux côtés de la voiture par des plaques-ressorts, dont chacune est attachée au ressort du support principal de la voiture. Les enveloppes des moteurs supportent chacune un axe creux, glissé sur l'axe de la voiture et où repose l'induit du moteur. Le moteur est accouplé aux roues de l'axe en question au moyen de bras doubles attachés des deux côtés de l'axe creux et touchant les parties glissantes des roues. Le poids du moteur, loin de reposer immédiatement sur les axes de la voiture, se trouve ainsi réparti par des ressorts de support sur les boîtes des axes du truck.

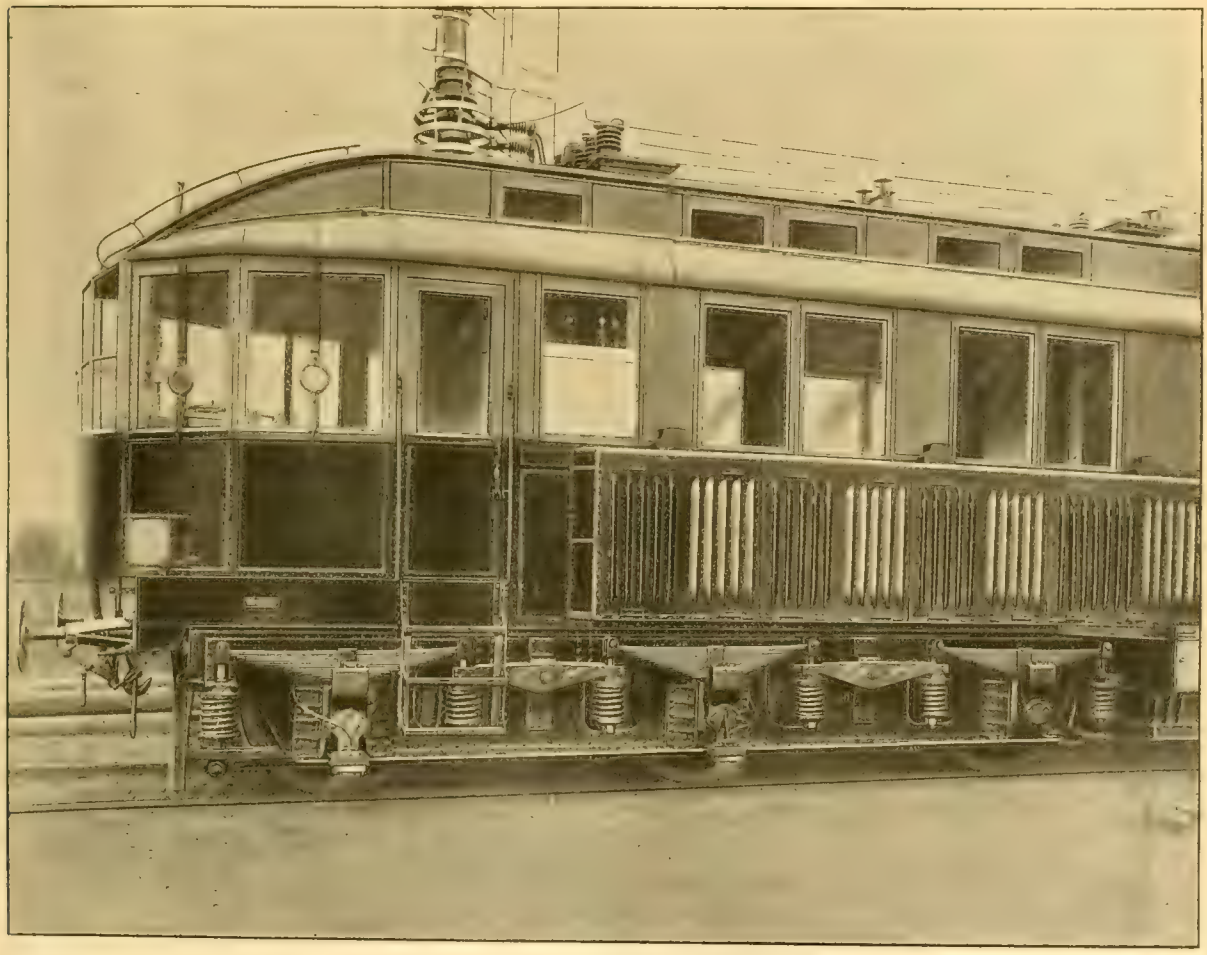


Fig. 2. — *Avant et trucks de la voiture Siemens et Halske.*

Les moteurs construits par la Compagnie Siemens et Halske, d'autre part, sont des moteurs à 6 pôles, destinés également à des débits de 250 chevaux chacun, le courant d'énergie étant amené au rotor par trois anneaux glisseurs, sous une tension de 1.150 volts. Le rotor, avec sa boîte, presse fortement

contre l'axe de la voiture. La partie stationnaire du moteur, entourée d'une double caisse en fonte, repose sur les paliers de l'axe sans ressorts intermédiaires. Le diamètre intérieur du rotor est de 780 millimètres, alors que le diamètre extérieur du moteur est de 1,05 m.

Le montage direct des moteurs sur les axes, aussi bien que leur suspension au moyen de ressorts sur le truck, ont donné des résultats pleinement satisfaisants dans les expériences jusqu'ici faites, bien que la suspension par ressorts semble être préférable à la suspension rigide du moteur.

Les deux voitures sont peu différentes quant à leur forme extérieure; la voiture Siemens est plus longue d'un mètre et un peu plus étroite que sa rivale. Ces différences, légères à la vérité, donneront des résultats intéressants au sujet de l'influence de la forme de la voiture sur la résistance que cette dernière éprouve de la part de l'air, résistance s'accroissant très rapidement pour des vitesses croissantes, et qui consomme finalement la partie de beaucoup la plus grande de la puissance électrique. Les résistances nécessaires au démarrage sont, dans la voiture Siemens et Halske, faites en métal et commandées au moyen d'un contrôleur actionné par l'air comprimé. Dans la voiture de l'*A. E.-G.*, au contraire, les démarrages se font au moyen d'un rhéostat liquide d'un type nouveau, permettant de régler exactement le rendement et d'éviter un échauffement excessif de la résistance. La commande de cet appareil se fait de la cabine du mécanicien au moyen d'une transmission mécanique simple. Malgré les différences considérables que présentent les deux voitures, les deux maisons d'électricité ont obtenu des résultats également satisfaisants.

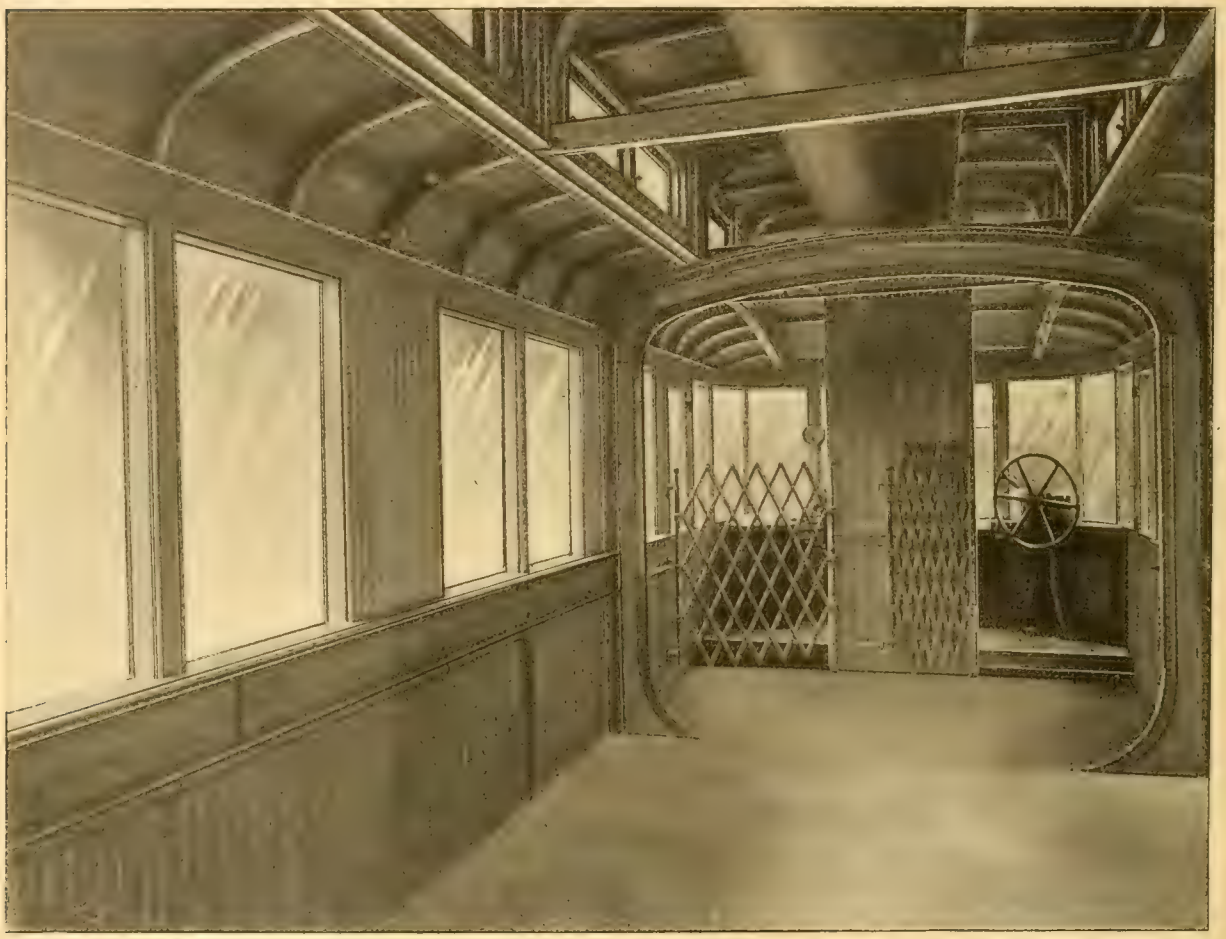


Fig. 3. — *Intérieur de la voiture de l'Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft pour la traction électrique rapide.*

Dans les essais faits en automne 1901, on a réalisé des vitesses allant jusqu'à 150, et, dans un cas, même jusqu'à 160 kilomètres. Comme, toutefois, aux vitesses de 140 kilomètres par heure, des oscillations et des chocs très sensibles commençaient à se faire sentir, on renonça à ce moment à tout accroissement ultérieur de la vitesse, et le reste de l'année fut consacré à des mesures et des enregis-

trements précieux de la consommation d'énergie électrique. L'accélération réalisée dans le démarrage a été trouvée différente suivant le travail fourni par la source de force et le rendement des moteurs. Pour obtenir des vitesses de 30 kilomètres, des distances de démarrage variant entre 2.000 et 3.200 mètres et des périodes de démarrage de 138 à 220 secondes se sont montrées nécessaires, ces chiffres correspondant à une accélération qui variait entre 0,13 et 0,20 m. par seconde. Comme, toutefois, les moteurs sont capables de fournir environ 3.000 chevaux pendant de courts intervalles, tandis que, pour l'accélération précédente, il ne faut que 700 ou 1.000 chevaux, ces chiffres ne représentent aucunement une limite supérieure.

Quant à ce qui regarde le freinage des voitures, ces dernières peuvent toutes les deux être arrêtées au moyen d'un frein rapide Westinghouse, d'un frein à main ou du contre-courant; la voiture de l'*A. E.-G.* est, de plus, pourvue d'un frein électrique. Dans le cas où la pression de l'air est de 6 atmosphères dans les cylindres de freinage, qui sont au nombre de 2 à 3 par truck, la pression sur chacun des 24 sabots de freinage disposés des deux côtés de la roue est d'environ 6.000 kilogs; les sabots du frein reçoivent, par conséquent, une pression totale de 144.000 kilogs ou 156 % du poids de la voiture.

Parmi les facteurs dont l'étude a fait l'objet de ces expériences, signalons encore la consommation d'énergie qui, dans les démarrages avec accélérations variables entre 0,1 et 0,2 m. par seconde, variait entre 400 kw. (544 chevaux) et 740 kw. (1.000 chevaux,) alors que, dans le cas de courses prolongées, ce facteur était de 148 kw. à la vitesse de 90 kilomètres. Faisons remarquer à ce propos qu'une somme de 2.400 chevaux a été nécessaire pour obtenir les vitesses maxima de plus de 200 kilomètres récemment réalisées. On a également étudié avec soin la résistance de l'air : dans les récentes expériences, les valeurs observées allaient jusqu'à 210 kilogs par mètre carré.

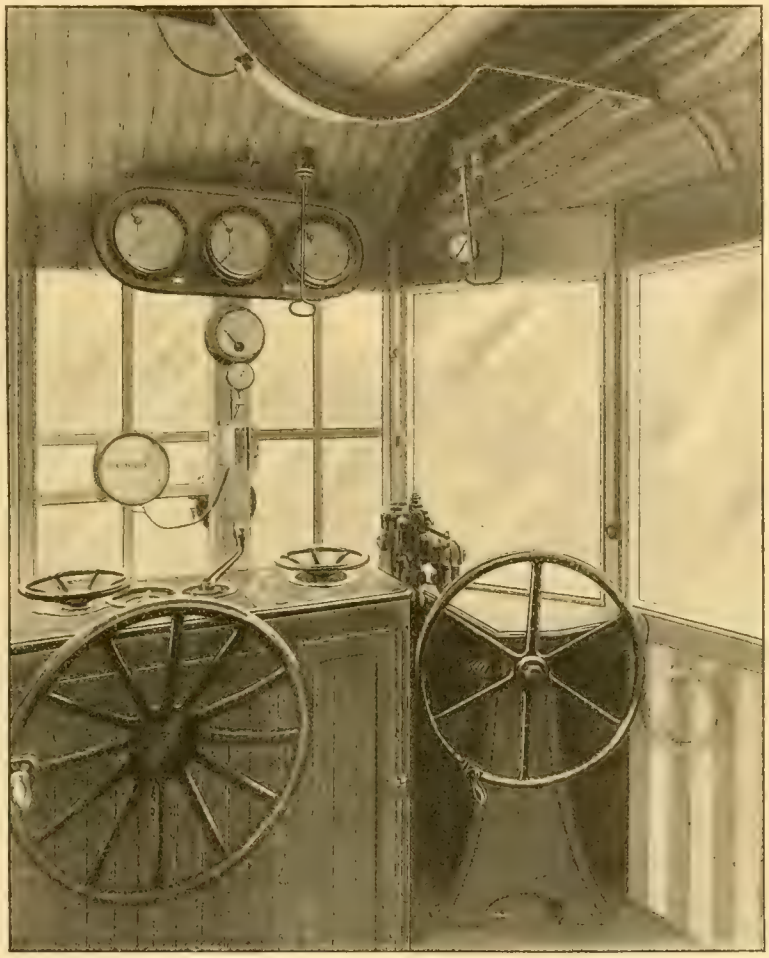


Fig. 4. — *Cabine du mécanicien dans la voiture Siemens et Halske.*

II

Après les expériences de 1901, une reconstruction soigneuse de la voie fut trouvée nécessaire. Cette reconstruction occupa une partie de l'année 1902, dont le reste fut consacré à la suite des expériences sur la consommation d'énergie et autres facteurs, pour des vitesses allant jusqu'à 130 kilomètres. Les travaux de réfection ont préparé le succès éclatant des expériences récentes. Après avoir muni la superstructure d'une couche de 15.000 mètres cubes de basalte pilé et remplacé les anciens rails par de plus lourds, correspondant à ceux qu'emploient généralement les Chemins de fer rapides prussiens, on a pu constater que la voie n'était pas seulement capable de supporter des vitesses croissantes, mais que les voitures avaient une allure si sûre et si stable que les chocs des rails devenaient presque insensibles. Il est, par exemple, possible de manier les instruments de mesure et d'inscrire les lectures de ces derniers en se tenant debout au milieu de la voiture, même quand cette dernière marche à toute vitesse.

Après avoir atteint des vitesses maxima de 189 kilomètres par heure, à la fin de septembre

1903, la voiture Siemens, qui, la première, a eu l'occasion de montrer ses capacités, a réalisé et même dépassé légèrement la vitesse énorme de 200 kilomètres sur le parcours Mahlow-Dahlwitz-Rangsdorf, soit sur une distance de 5 kilomètres, parcourue en 1 1/2 minute. La vitesse moyenne de 175 kilomètres par heure, réalisée dans cette course, permettrait de faire le voyage de Berlin à Cologne (577 kilomètres) en 3 1/4 heures à peu près, alors que les trains actuels les plus rapides mettent neuf heures à faire ce voyage. Ce résultat, obtenu le 6 octobre, a même été dépassé le 23 octobre, où une vitesse de 207 kilomètres fut réalisée sans noter la moindre perturbation.

La voiture de l'*Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft* avait, entre temps, repris à son tour les expériences, et, dans le courant du mois d'octobre, les deux voitures ont été expérimentées à tour de rôle. Afin de déterminer d'abord les conditions de service de la voiture *A. E.-G.*, on n'a employé au début que des vitesses modérées, qu'il a, cependant, été possible d'accroître rapidement, de façon que, le 28 octobre, la voiture à grande vitesse de l'*Allgemeine* a même légèrement dépassé le record établi par la voiture Siemens, en atteignant la vitesse énorme de 210 kilomètres par heure, tout en marchant avec une stabilité surprenante.

Il va sans dire que, d'une voiture allant à de telles vitesses, les objets les plus voisins ne sont plus aperçus. Bien que le mécanicien soit capable de distinguer les obstacles obstruant la voie, il ne pourrait pas en profiter pour arrêter le train, la distance de freinage étant de 2 kilomètres. Les spectateurs pouvaient tout juste distinguer la présence de personnes dans le véhicule ; avant, toutefois, d'avoir pu fixer leur taille, ils avaient perdu la voiture de vue. Bien que la voie soit bien alignée, une demi-minute tout au plus s'écoule entre les moments d'apparition et de disparition de la voiture.

La différence, au point de vue économique, entre le service électrique et le service par la vapeur ressort des calculs suivants, dus à M. W. Reichel, ingénieur en chef de la maison Siemens et Halske. Soient donnés : d'une part, un train de chemin de fer à vapeur du poids de 330.000 kilogs, comprenant une locomotive à vapeur et 6 wagons, contenant 168 places et consommant 1.400 chevaux à toute vitesse ; d'autre part, un train électrique, comprenant une voiture automotrice et 4 voitures remorques, pesant 260.000 kilogs, tout en contenant 180 places et en consommant 1.000 chevaux. Le coût d'établissement sera à peu près égal dans les deux cas, à savoir d'environ 500.000 francs. Le coût d'exploitation du train lui-même pour chaque 100 kilogs sera de 0,65 franc dans le cas de la locomotive à vapeur, et de 0,62 franc dans celui du service électrique. Au point de vue économique, les chemins de fer électriques ne sont, par conséquent, pas si inférieurs aux chemins de fer à vapeur que beaucoup sont enclins à le penser. Il est vrai que ces données, relatives aux vitesses maxima usuelles, subiront des modifications considérables pour les vitesses énormes qu'on vient d'atteindre. D'une part, en effet, on pourrait craindre que la consommation énorme d'énergie que demanderont les trains électriques dans ce cas-là ne s'oppose à toute possibilité d'un service régulier et normal. Les résultats définitifs de ces essais, qui ne seront probablement pas publiés avant plusieurs mois, fourniront sans doute une réponse au moins partielle à ce problème. D'un autre côté, il reste à savoir si, pour des vitesses inférieures aux vitesses maxima qu'on vient d'atteindre, mais notablement supérieures aux vitesses les plus grandes des horaires actuels, la locomotive à vapeur ne l'emporte pas quand même sur sa rivale au point de vue économique. C'est pour élucider cette importante question que l'Administration des Chemins de fer Prussiens vient d'organiser une série d'essais pour lesquels on a construit des locomotives à vapeur tout particulièrement puissantes. On fait courir ces locomotives sur cette même ligne de Marienfelde-Zossen, et, comme on espère atteindre des vitesses d'à peu près 140 kilomètres, ces expériences fourniront des données comparatives fort intéressantes.

Quant aux résultats immédiats des expériences de traction électrique rapide, on a beaucoup parlé d'un chemin de fer rapide qu'on aurait l'intention d'installer prochainement entre Berlin et Hambourg et qui mettrait ces deux villes à une distance d'environ une heure. Il paraît, toutefois, que ce bruit est au moins prématuré et qu'on croit nécessaire de continuer les expériences de Zossen sur une ligne expérimentale plus grande. La principale difficulté qui s'opposera à un service rapide régulier résidera sans doute dans les précautions destinées à en garantir la sûreté ; il reste à savoir aussi si le danger des déraillements ne s'opposera pas à l'emploi des vitesses maxima sur les lignes à pentes plus considérables et à courbes plus rapides. Quoi qu'il en soit, l'importance de ces expériences ne saurait être exagérée ; alors même qu'elles ne conduiraient qu'à l'emploi courant de vitesses d'environ 150 kilomètres, l'avantage d'un tel service serait encore énorme. Des expériences spéciales ont, du reste, fait voir que ces voitures rapides se prêtent éminemment aussi à un service de banlieue ou même inter-urbain ; les vitesses commerciales réalisées avec des arrêts très fréquents sont, en effet, encore fort respectables et de l'ordre de grandeur des vitesses maxima des express actuels

Alfred Gradenwitz.

LES ANALYSES AGRICOLES PAR VOLUMÉTRIE GAZEUSE

Approximatifs ou rigoureux, les procédés que nous enseigne la Chimie analytique en vue du dosage des éléments ou principes immédiats se classent en trois catégories bien distinctes.

Les méthodes *gravimétriques* ou *pondérales* consistent à engager le corps à doser, préalablement dissous, dans une combinaison définie, stable et insoluble. Isoler le précipité du reste de la liqueur, le laver, le sécher, le peser et en déduire l'élément cherché au moyen des « facteurs d'analyse ». Procédé très rigoureux quand il est pratiqué par un chimiste habile, travaillant dans un laboratoire bien outillé.

Si les savants qui possèdent des balances de précision, des étuves à dessiccation et disposent de beaucoup de temps, apprécient fort les analyses gravimétriques, il n'en est pas de même des chimistes industriels, qui sont beaucoup plus pressés. Ils préfèrent — avec raison — les méthodes *volumétriques liquides*, dans lesquelles on déverse progressivement sur la prise d'essai une liqueur titrée contenue dans une burette graduée, jusqu'à ce que, par cette addition, ladite prise d'essai passe par une phase critique traduite par un signe bien apparent : généralement un virage de teinte. La lecture est immédiate, le calcul rapide.

Toutefois, deux difficultés barrent quelquefois la route au débutant : la confection préalable des liqueurs titrées et l'instant exact du passage de l'insuffisance à l'excès. Expliquons-nous : certaines liqueurs titrées, très faciles à préparer quand elles contiennent un réactif solide et chimiquement pur (acide oxalique, par exemple), exigent des tâtonnements fastidieux quand leur principe actif consiste en soude caustique, en acides sulfurique, nitrique, chlorhydrique, dont la composition peut varier dans d'assez larges limites. D'autre part, certaines transformations finales paraissent difficiles à saisir au juste ; celles, par exemple, relatives à l'acidité des vins (méthode Pasteur), à la décoloration de la liqueur bleue de Fehling (sucre dans les fruits, les boissons, les urines).

Si, pourtant, notre opérateur possède un calcimètre agricole du modèle de M. Bernard ou du type construit par M. Trubert, le premier plus commode, mais le second d'emploi plus général, il peut, sans balance de précision, sans étuve, sans liqueurs titrées ni burettes, réaliser des dosages fort intéressants et d'une précision bien suffisante par la troisième méthode, dite de *volumétrie gazeuse*. Elle se base, ainsi que la gravimétrie, sur les lois de Berthollet : seulement, au lieu de faire naître un précipité pour le rassembler et le peser, on provoque un dégagement gazeux facile à mesurer, qui s'arrête de lui-même quand l'évolution de l'attaque est complète et dont l'intégralité se proportionne à la richesse de la prise d'essai en l'élément à doser. Comme en analyse gravimétrique, la proportion de réactif intervenant, si elle n'est pas indifférente, n'exige pas, du moins, une extrême rigueur.

En somme, la méthode par volumétrie gazeuse constitue le meilleur procédé de dosage pour l'agriculteur, qui ne réclame point, en vue des besoins de sa pratique, et même souvent de l'épreuve de ses théories, une précision extrême. A l'égard des matières pauvres, une approximation d'une unité de pourcentage de l'élément utile ou nuisible suffit souvent très bien. Qu'une terre titre 10 °/₀ ou 9 °/₀ de calcaire, qu'un moût de raisin jouisse de 11 ou de 12 degrés d'acidité tartrique, peu importe au viticulteur. Qu'un sulfate de potasse dénote 45 ou 47 degrés commerciaux en K^2O, le prix, l'usage, les doses à répandre de l'engrais ne se modifieront guère. Or, avec un peu d'adresse et d'habitude, on obtient sans peine des résultats serrant de beaucoup plus près la vérité.

I. — Appareils agricoles de volumétrie gazeuse.

Ces appareils furent primitivement imaginés pour le dosage rapide du calcaire dans les terres, et surtout en vue de l'adaptation des vignes américaines calcifuges (*Riparia* notamment). Deux types principaux nous paraissent surtout recommandables, en ce sens que, soit tels quels, soit après de légers perfectionnements, ils peuvent se plier à divers emplois dosimétriques assez variés.

Le modèle (fig. 1) imaginé par M. Trubert, agrégé de l'Université, et qui, d'ailleurs, fait partie du matériel plus complet d'un nécessaire chimique agricole destiné à rendre d'excellents services, a pour lui une extrême simplicité qui n'exclut point l'exactitude entre les mains d'un opérateur soigneux. Son emploi est aussi très général.

Il se compose tout bonnement d'un flacon à réaction F, de 400 centimètres cubes environ de capacité, chargé des réactifs isolés par une jauge J, lequel communique avec un tube abducteur coudé T, aboutissant sous une cloche divisée C, pleine d'eau, et reposant dans une cuve en verre V contenant aussi un peu d'eau. Après la réalisation du mélange d'où résulte en F le dégagement gazeux, la poussée des bulles chasse dans la cloche à travers l'eau un

égal volume d'air qu'on mesure après affusion d'eau froide et rétablissement de l'égalité des niveaux. Durant l'afflux des bulles d'air en C, la pression primitive se maintient constante, grâce à

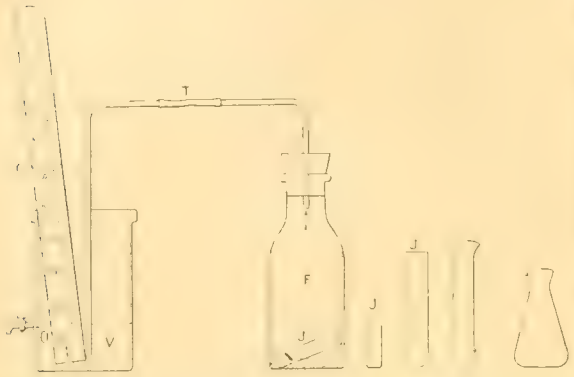


Fig. 1. — *Calcimètre de M. Trubert.* — F, flacon; J, J, jauges; T, tube abducteur; C, cloche divisée; V, cuve en verre : O, robinet d'écoulement.

un orifice d'écoulement O percé dans la cuve V et obturable à volonté; elle diffère à peine de celle de l'atmosphère qu'on retrouve finalement. Erreur en somme négligeable : quelquefois, l'erreur causée par les fractions de bulles impuissantes à vaincre la

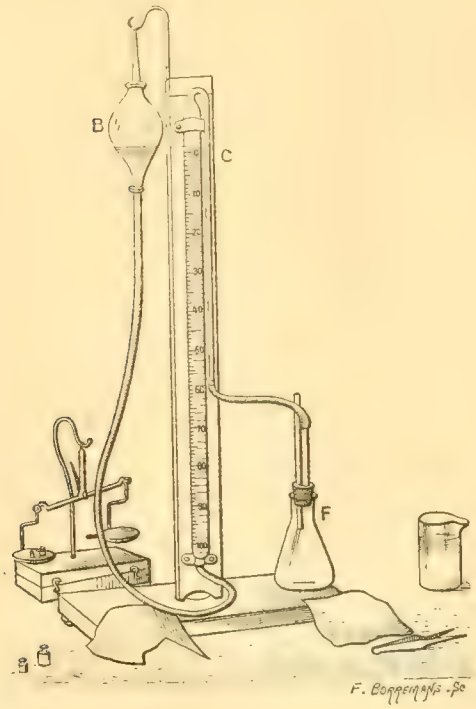


Fig. 2. — *Calcimètre de M. A. Bernard.* — F, flacon à réaction; C, tube mesureur; B, boule mobile.

pression liquide l'est moins, mais on peut l'apprécier.

Au contraire, le modèle de M. Bernard (fig. 2) donne des indications continues. L'air déplacé par les bulles en F afflue directement au haut du tube mesureur C, et l'observateur doit surtout se préoccuper de maintenir à l'élévation voulue la boule mobile B dans laquelle s'accumule l'eau refoulée, de manière à rétablir sans cesse l'égalité des niveaux.

Quoique remplissant parfaitement le but en vue duquel il a été créé, l'appareil primitif peut être perfectionné sans grands frais, mais avec avantage, de façon à en développer l'emploi. Nous conseillons d'ajouter au bouchon du vase à réaction un petit robinet en cuivre normalement fermé, mais qui, ouvert un moment après l'enfoncement du bouchon, permet l'expulsion de l'air comprimé par la fermeture. Il est bon aussi de munir le calcimètre d'une tige verticale en laiton, amovible à volonté, qui sert, non seulement à guider la poire mobile dans son mouvement de descente, mais surtout à la fixer à la hauteur voulue au moyen d'une vis de pression. Avantage très appréciable, cette disposition permet aussi de conserver jusqu'à une nouvelle opération la trace de l'ancienne, ce qui ne se pouvait dans le calcimètre primitif.

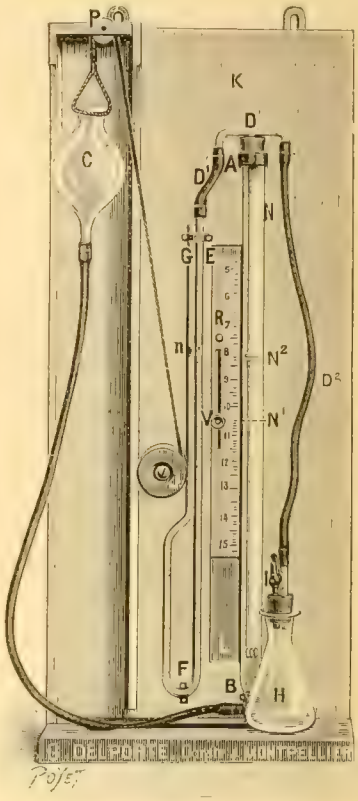


Fig. 3. — *Acidimètre-tartrimètre perfectionné à réglette mobile.* — H, flacon à réaction; I, robinet; DD¹D², tube abducteur; N, tube mesureur; C, boule mobile; E F G, tubes parallèles accessoires; R, réglette; V, vis de pression.

L'instrument que construit M. Delpôrte fonctionne avec encore plus de commodité et d'exactitude (fig. 3). Il est muni de deux petits tubes parallèles EFG permettant un parfait réglage, et la descente comme l'ascension de la poire mobile C se réalisent au moyen d'un cordon suspenseur s'enroulant sur un tambour.

Il existe bien d'autres appareils calcimétriques; mais il serait trop long de les énumérer tous, soit que leur délicatesse ou leur prix les relèguent dans les laboratoires techniques, soit que leur emploi,

suffisant dans certains cas, présente, en général, trop peu d'exactitude. Nous ferons toutefois une exception pour l'appareil anéroïde de M. Houdaille, dans lequel la pression du gaz développé dans une enceinte fermée déforme une boîte métallique. Ce faible déplacement, amplifié par un mécanisme assez délicat, se communique à une aiguille mobile devant un cadran divisé. Lorsque la dilatation de la boîte s'opère régulièrement, on obtient en peu de temps des résultats très précis au prix d'un peu d'attention et de minutie et de beaucoup de propreté.

II. — Calcimétrie.

Dans les appareils Bernard et Trubert, le calcaire d'un échantillon pesé de la terre à expérimenter est décomposé par l'acide chlorhydrique commercial dont est chargée la jauge; ce calcaire fournit un dégagement gazeux exactement proportionnel à son poids; on compare le volume observé à celui qui provient d'une quantité convenable de poudre de marbre pur. En suivant les indications des auteurs relatives à la concentration du réactif, en ménageant la dose suivant la richesse présumée en calcaire, on obtient d'excellents résultats, soit que l'heureuse construction des instruments compense les erreurs entre elles, ou les rende négligeables, ou les uniformise.

Ce n'est pas tout que de se rendre compte du pourcentage brut d'un sol en carbonate de calcium; il faut encore juger de son assimilabilité. Déjà, lorsque l'on traite par l'acide chlorhydrique une terre magnésienne dolomitique, on s'aperçoit de l'extrême lenteur du dégagement gazeux; dans certains cas, la vitesse est assez amortie pour qu'on puisse compter sans peine les bulles au calcimètre Trubert. Loin de se montrer nuisibles à la vigne américaine, de semblables terres favorisent plutôt sa croissance. Certains calcaires bitumineux très compacts n'agissent plus sur la vigne d'une façon pernicieuse et n'accusent au calcimètre qu'une attaque très lente. Mais alors, mieux vaut procéder comme l'a fait, avec son appareil enregistreur, M. Houdaille, à l'École d'Agriculture de Montpellier, et substituer à l'acide chlorhydrique, agent trop violent, un acide plus faible, l'acide tartrique, dont le sel de calcium est presque insoluble. M. Houdaille a constaté l'existence de deux facteurs intéressants, parfaitement mesurables et liés de façon très curieuse à l'adaptation du *Riparia* comme porte-greffe. Ce sont la *vitesse d'attaque* et la *limite d'attaque*, déduites l'une et l'autre du *graphique d'attaque*.

Or, l'appareil Trubert permet de retrouver, avec les terres essayées par M. Houdaille, les coefficients que cet agronome a obtenus au moyen de son calcimètre enregistreur. On introduit dans le vase à réaction 10 centimètres cubes d'une solution à 20 °/₀ d'acide tartrique, avec une charge de terre dans la jauge telle que tout le calcaire, supposé décomposé par l'acide chlorhydrique, remplisse les 100 divisions de la cloche. On provoque la réaction : l'acide tartrique ronge le calcaire et chasse le gaz; on agite le mélange à intervalles réguliers (tous les quarts de minute par exemple) et l'on note périodiquement le niveau de l'eau dans la cloche graduée. Prenant pour abscisses les temps et pour ordonnées les dégagements, on construit graphiquement une courbe figurative assez analogue, d'abord, à une parabole. Bientôt, toutefois, il ne se dégage plus de bulles, et la courbe dégénère en droite parallèle à l'axe des temps; la limite d'attaque est alors atteinte. Il est clair que, plus cette limite d'attaque, liée à la nature et à la division des grains de calcaire, se maintient inférieure à l'unité, meilleur est le sol étudié à l'égard des plantes calcifuges dont les racines jouissent d'une faculté assimilatoire comparable à celle d'un acide faible. D'autre part, une décomposition rapide dénote un calcaire actif et, par cela même, dangereux pour ces mêmes végétaux. Au point de vue des expériences agricoles, il suffit, sans construire de courbe sur le papier, de mesurer la vitesse par le temps en secondes nécessaire pour parvenir, dans les conditions indiquées, à la division nette : 33,3 (soit 34 brut).

L'instrument primitif de M. Bernard ne peut servir à la détermination de ces coefficients; mais il suffit de le compléter par un dispositif propre à soutenir la boule mobile : tringle verticale avec collier à vis, ou suspension commandée par un bouton ou une roulette.

III. — Azotométrie.

L'azote des sels ammoniacaux est dégagé par une solution assez concentrée d'hypobromite de sodium. Le calcimètre Trubert remplit très bien l'office d'azotomètre pourvu que l'on modère la réaction en ne versant l'hypobromite que goutte à goutte dans un liqueur ammoniacale très étendue pour éviter une élévation de température. Avec les appareils du modèle Bernard, le vase à réaction est un peu petit; il est bon de compenser la concentration inéluctable de la solution en immergeant ce vase dans l'eau froide.

Il serait trop long d'entrer dans des détails de manipulation; qu'il nous suffise de recommander, en vue de ces expériences, de grandes jauges à fond rond, et susceptibles, quoique chargées à fond, de ne se vider que peu à peu par inclinaison du flacon ou fiole à réaction. Au contraire, les jauges appli-

quées aux mesures d'acidité ou de calcimétrie peuvent être beaucoup plus petites, plus courtes, et doivent même souvent reposer sur un fond plat.

En attaquant un engrais organique, une terre, par l'acide sulfurique bouillant additionné de traces de mercure métallique ou oxydé, de sulfate de cuivre grillé, on convertit l'azote en sel ammoniacal qu'on peut traiter à l'hypobromite après neutralisation approximative par un alcali. Seul, le flacon de M. Trubert est assez grand pour permettre l'expérience. Il n'en est pas de même pour le dosage de l'acide phosphorique sous forme de phosphate ammoniaco-magnésien; le précipité formé par les manipulations classiques est rincé à l'alcool sur le filtre, qu'on introduit avec son contenu dans le flacon pour l'éprouver finalement à l'hypobromite.

IV. — Acidité des moûts, vins et boissons fermentées en général.

Les divers agents à tendance acide incorporés dans le liquide, dont on prélève toujours 20 centimètres cubes (10 centimètres cubes dans le calcimètre anéroïde Houdaille), déplacent l'acide carbonique d'un carbonate ou bicarbonate, d'où un dégagement gazeux proportionnel à l'acidité de ces 20 centimètres cubes.

On a proposé tour à tour : la craie broyée, le bicarbonate de sodium solide à des doses diverses, ce même agent en solution aqueuse à 10 °/₀. A notre avis, on obtient de bons résultats avec une charge en médiocre excès (60 centigrammes au maximum) de bicarbonate de sodium récent et pur, mais rien ne vaut le bicarbonate de potassium en cristaux. Constituant un sel peu altérable à l'état sec, de composition constante, se conservant des années entières en flacon bouché, le bicarbonate CO^3KH s'emploiera à la dose uniforme, quoique non rigoureuse, de 50 centigrammes par essai. A défaut de balance, on broiera avant chaque série d'expériences une petite quantité de ce sel et l'on mesurera la charge avec une cuiller.

Avec l'acide tartrique, par exemple, on a :

$$2CO^3KH + C^4H^4O^6.H^2 = C^4H^4O^6K^2 + 2CO^2 + 2H^2O;$$

le gaz carbonique se dégage forcément, parce que la liqueur est déjà saturée par l'excès du bicarbonate, tandis qu'au bicarbonate de sodium se trouve toujours mêlé un peu de carbonate susceptible d'absorber du gaz carbonique en compliquant les conditions d'équilibre de l'ensemble.

Il existe un moyen bien simple de s'assurer de la pureté du bicarbonate de potassium dont on dispose. On pèse des poids égaux de marbre en poudre et de bicarbonate, et on traite au calcimètre successivement chacun de ces deux échantillons avec le même volume d'acide chlorhydrique dilué; les dégagements gazeux devront être identiques, puisque CO^3KH comme $CO^3Ca = 100$.

Servons-nous d'abord de l'appareil Trubert. Procédons à une « tare », c'est-à-dire à un essai préalable pratiqué avec 20 centimètres cubes d'une liqueur à 10 grammes d'acide tartrique par litre et avec 50 centigrammes de bicarbonate potassique; soit N le nombre observé (en pratique voisin de 60 centimètres cubes); recommençons avec la même charge de sel et 20 centimètres cubes du liquide à essayer : résultat N'. Le quotient $\frac{10N'}{N}$ dénote l'acidité tartrique en grammes par litre. Les résultats sont proportionnels et concordent très bien avec les indications obtenues par la méthode Pasteur à l'eau de chaux.

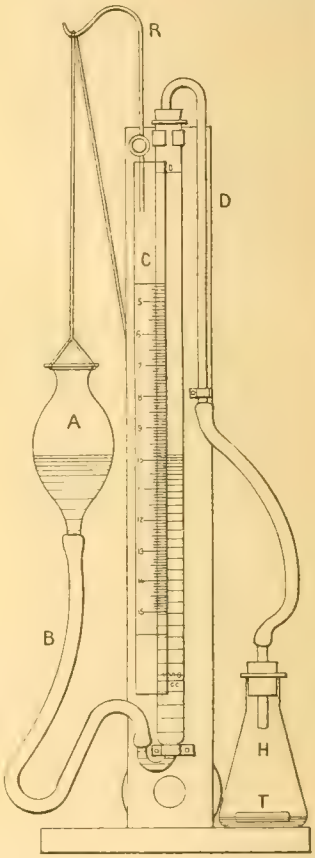


Fig. 4. — *Autre acidimètre perfectionné à réglette mobile.* H, flacon à réaction; D, tube abducteur; C, réglette mobile; A, boule mobile supportée par la tige R et communiquant par le tube B avec le tube mesureur.

Nous procéderons de même avec l'instrument de M. Bernard. Toutefois, les « tares » s'abaissent un peu en valeur absolue, et les acidités calculées au moyen de l'échelle centésimale par le quotient $\frac{10N'}{N}$ paraissent : un peu *faibles* pour les acidités inférieures, et un peu *fortes* pour les acidités supérieures. Pour les expériences de précision et pour les acidités extrêmes, une seconde tare s'imposerait, et il faudrait se résigner à construire des tables ou à faire intervenir de fastidieux coefficients destinés à rectifier les résultats bruts.

Pour simplifier les manipulations et éviter le calcul, nous avons recommandé l'emploi d'une réglette mobile verticale, divisée de 5 à 15 grammes en dixièmes de gramme; elle s'adapte aux anciens instruments de M. Bernard comme aux nouveaux types analogues (voir fig. 3 et 4). Au moyen de cette

réglette, la connaissance de l'acidité tartrique d'une liqueur est immédiate, pourvu qu'au moyen d'un tarage préliminaire on ait placé convenablement une des divisions centrales; ce réglage n'est dérangé que par d'énormes variations de pression, fort rares quand on ne déplace pas l'appareil, ou des changements sensibles de température.

Aux pressions ordinaires, aux approches de 20° ou 22° C., la réglette, lorsqu'elle est ajustée sur une tare de 10 grammes au litre, fournit d'un bout à l'autre de l'échelle des résultats capables de lutter en précision avec les données de la méthode Pasteur bien conduite. Si les conditions atmosphériques d'expérience s'écartent trop de cette moyenne (cela arrive souvent en hiver), il est possible de commettre des erreurs de 2 ou 3/10 de gramme, mais seulement pour les acidités trop faibles ou par trop fortes.

Mais deux moyens distincts permettent de détourner la difficulté. Pour les expériences *variées* de haute précision, faire deux tares, l'une avec 20 centimètres cubes de liqueur tartrique type, l'autre avec 10 centimètres cubes de cette même liqueur coupés avec 10 centimètres cubes d'eau. Si le second résultat est trop fort en apparence (5,3 exemple) diminuer au haut de l'échelle les résultats observés de 1, 2, 3 dixièmes proportionnellement à leur écart de la tare centrale et forcer symétriquement les acidités expérimentales du bas de la règle. Si l'on étudie uniquement, soit des moûts, soit des vins, une seule tare bien choisie suffira, pourvu qu'elle ne s'écarte pas de plus de 3 divisions des types extrêmes étudiés. Ainsi la tare 10 est toujours parfaite en vue de l'examen des moûts, et en hiver la tare 7,5 s'applique très bien aux vins. On n'ignore point, d'ailleurs, que cette tare peut être réalisée simplement au moyen de 20 centimètres cubes d'acide sulfurique décinormal de 4 gr. 9 au litre. Les moûts et les vins jeunes, et, plus généralement, les liquides chargés de gaz carbonique, doivent être soumis à une ébullition de quelques secondes, puis refroidis jusqu'à la température du laboratoire.

Par un singulier hasard, l'appareil Houdaille, médiocrement précis en tant qu'acidimètre lorsqu'on emploie le réactif (craie) et l'échelle de son inventeur, donne d'excellents résultats quand il fonctionne avec 10 centimètres cubes de liquide et 20 centigrammes de bicarbonate potassique, et cela en se servant de l'échelle *calcimétrique* dressée dans un but tout différent. Les centièmes de calcaire se transforment en grammes d'acide sulfurique par litre.

V. — Analyse des tartres.

Parallèlement au titrage de l'acidité des vins se place la mesure de la richesse commerciale des tartres et lies, c'est-à-dire de leur teneur en bitartrate de potassium $C^4H^4O^6KH$. Lorsque, dans un volume constant d'eau froide (20 centimètres cubes), on diffuse 500 milligrammes exactement pesés de crème de tartre ou de tartre brut finement broyés, et qu'après fermeture du vase à réaction on fasse basculer dans le liquide une « jauge » chargée d'un demi-gramme environ de bicarbonate potassique en cristaux, il se dégage lentement du gaz carbonique, et finalement le volume gazeux recueilli dans l'éprouvette se proportionne exactement à la teneur de l'échantillon en bitartrate de potassium pur ou, si l'on veut, à sa puissance acide. On compare celle-ci au même type qu'on a choisi pour les vins, c'est-à-dire à 20 centimètres cubes d'une liqueur tartrique à 10 grammes d'acide au litre, attaqués par un demi-gramme de bicarbonate [1].

Cette manière d'opérer exige assez de patience; elle ne s'applique pas au calcimètre Trubert et ne réussit avec l'appareil Bernard qu'après que celui-ci a subi une transformation ou un perfectionnement dans son mécanisme. Mais le grand inconvénient consiste dans l'emploi forcé d'une balance de précision, car les 500 milligrammes de tartre doivent être pesés, non approximativement comme le bicarbonate, mais exactement, au demi-centigramme près.

Si la crème de tartre se dissolvait passablement à froid comme à chaud, il suffirait de diffuser l'échantillon (5 grammes) dans un volume connu d'eau, 200 centimètres cubes par exemple, et de prélever à la pipette une prise de 20 centimètres cubes qu'on essaierait à l'acidimètre. Mais cela ne se peut, car, malgré les phénomènes de sursaturation, dès que la chaleur cesse d'agir, la majeure partie de la crème de tartre se précipite.

Pourtant, si l'on additionne la liqueur bouillante d'une certaine proportion d'acide borique en paillettes, — 1 gramme pour fixer les idées, — la solution ne dépose plus par refroidissement. Il s'est formé de l' « émétique de bore » ou « crème de tartre soluble », qui, circonstance curieuse, agit exactement sur le bicarbonate potassique comme la crème de tartre primitive, à la rapidité près de l'attaque qui s'accélère énormément :

$C^4H^5O^6.KH$	$C^4H^3(BoO)^2O^6\ KH$
Tartrate acide de potassium (Crème de tartre)	Emétique de bore (Crème de tartre soluble)

Ce fait infirme définitivement l'ancienne théorie, abandonnée aujourd'hui, d'après laquelle le radical « boryle » BoO se portait sur le deuxième hydro-

[1] Un calcul très simple, que nous nous dispensons de faire ici, montre que 200 milligrammes d'acide tartrique équivalent alcalimétriquement à 500 milligrammes de crème de tartre pure, sauf une erreur négligeable en pratique.

gène acide resté libre, ce qu'indiquait la dénomination erronée de « tartrate double de potassium et de boryle ».

Un calcul très simple montre que la crème de tartre pure est solubilisée en absorbant le tiers de son poids d'acide hydraté BoO^3H^3.

Il ne convient pas de trop dépasser cette dose, car l'acide borique libre possède une action décomposante faible, mais sensible, sur le bicarbonate de potassium. L'expérience apprend qu'au contraire on arrive aux mêmes résultats pratiques avec le quart de la proportion théorique, soit qu'un phénomène chimique mal connu intervienne, soit plutôt que l'excès de crème de tartre intacte devienne alors assez faible pour ne se précipiter à froid qu'au bout d'un temps assez long (plusieurs heures), alors qu'on opère au bout de quelques minutes.

Finalement, après avoir fait une « tare » au moyen de la liqueur tartrique type (dégagement N), on prélèvera 5 grammes de trartre brut ou de lie sèche qu'on additionnera d'un gramme environ d'acide borique commercial et l'on arrosera le tout de 150 à 180 centimètres d'eau. On chauffera et, après ébullition prolongée durant quelques minutes, on laissera refroidir ; on complétera exactement les 200 centimètres cubes sur lesquels on prélèvera à la pipette 20 centimètres cubes pour essai au bicarbonate de potassium : résultat N_1. La richesse (ou le titre) sera représentée par le quotient $\frac{100\,N_1}{N}$.

Cette méthode, en ce qui concerne les lies et tartres de couleur, nous paraît préférable au procédé classique à la phénolphtaléine, qui exige la confection d'une liqueur alcaline titrée et se base sur un virage souvent difficile à saisir. Si l'on opère avec le calcimètre Bernard, l'emploi de la réglette acidimétrique écarte tout calcul et fournit immédiatement le degré commercial. Il est, sinon indispensable, du moins utile d'adopter un dispositif permettant d'accrocher ou suspendre la poire mobile.

VI. — Dosage de la potasse.

Jusqu'à présent, deux éléments se montraient rebelles à tout dosage par volumétrie gazeuse : à savoir la potasse et le cuivre. Il fallait rassembler la première, au prix de manipulations délicates et longues, pour la peser ensuite sous une forme spéciale, et isoler le second au moyen d'un courant électrique. Fait curieux, le platine, ce métal si cher aujourd'hui, qui peut-être dépassera l'or en valeur commerciale, jouait un rôle essentiel dans les deux opérations. La potasse, en effet, se dose à l'état de chloroplatinate, et le cuivre, mis en liberté sous l'action d'une pile Daniell, se dépose sur un cylindre de platine taré d'avance qu'on repèse à la fin de l'expérience.

Quoique les méthodes soient excellentes, — et sans doute parce que leur excellence dépend de leur minutie, — elles ne sont pas toujours à la portée d'un agronome chimiste occasionnel. Pourtant, il lui importe beaucoup de pouvoir contrôler la richesse de ses engrais à base de potasse et de se rendre compte de la proportion réelle de cuivre, soluble ou non, dissimulé dans ses poudres anticryptogamiques.

Voyons d'abord ce qui concerne la potasse. Un poids relativement considérable — quelques grammes — de la matière à analyser est dissous à l'ébullition, puis jeté sur un filtre sans plis qu'on lave plusieurs fois à l'eau bouillante. On laisse refroidir la solution, on l'étend à un volume exact convenable et on l'homogénéise. Une fraction suffisante de cette liqueur est alors immunisée par la crème de tartre en léger excès, qui n'en modifie pas le volume. Après agitation et contact prolongé durant quelques minutes, on filtre de nouveau, et, sur le *filtratum*, on prélève un volume constant, 5 centimètres cubes, qu'on introduit avec une pipette dans une fiole conique d'Erlenmeyer. On ajoute une quantité connue d'une liqueur de bitartrate de sodium, saturée elle-même de bitartrate de potassium. Au bout de quatre à cinq heures de copulation, précédées et interrompues par des agitations répétées méthodiques, le sel de potasse de l'engrais a changé sa base contre la soude du bitartrate, et, quoique le bitartrate de potassium ne soit pas insoluble rigoureusement, il se comporte comme tel, puisque chacune des liqueurs réagissantes est déjà séparément saturée de ce sel. Le précipité peut et doit contenir toute la potasse soumise à l'essai ; comme il est doué d'une réaction acide, sa formation a dû affaiblir d'autant l'acidité primitive et totalisée des deux liqueurs employées. De là une perte facilement mesurable et qui fournit déjà un renseignement précieux sur la teneur approximative en potasse du sel essayé.

Mais ce n'est pas tout. Après avoir soutiré l'eau-mère qui baigne le précipité, lavé celui-ci à deux reprises avec de l'eau saturée de crème de tartre, puis égoutté, on le dissout à chaud dans l'eau additionnée d'acide borique ; l'on introduit enfin, dans le vase à réaction de l'appareil acidimétrique, la liqueur et les eaux de lavage et on les traite par le bicarbonate potassique. Le dégagement gazeux obtenu est proportionnel à la dose de crème de tartre formée, c'est-à-dire, en fin de compte, à celle de la potasse.

Il serait très délicat d'isoler par lavage le précipité de crème de tartre sans en rien entraîner. Aussi conseillons-nous de décanter la partie liquide

dans un tube à essai, assez épais et court, quoique pouvant supporter le feu, muni d'un trait de jauge de 10 centimètres cubes et percé d'un très petit orifice pratiqué à 15 ou 20 millimètres au-dessus du fond. Le trou peut s'obturer à volonté au moyen d'un éclat de bois taillé. Dans ces conditions, les parties solides entraînées se rassemblent vite au fond du tube bouché et le liquide clair s'écoule seul lorsqu'on dégage l'orifice. On parachève l'épuisement par succion capillaire en appuyant l'ouverture contre une paroi inclinée. La majeure partie du précipité restée dans la fiole est additionnée directement d'acide borique (dont la dose exacte se calcule d'après les données déjà fournies par la méthode par différence), puis d'eau distillée. Le liquide bouilli est déversé encore chaud dans le tube ; il s'assimile le reste du précipité à la suite d'une seconde ébullition. Après refroidissement, compléter les 10 centimètres cubes jusqu'au trait de jauge, déverser dans le vase à réaction du calcimètre, laver fiole et tube avec 10 centimètres cubes d'eau qu'on ajoute aux premiers, et éprouver acidimétriquement l'ensemble.

Les deux méthodes de dosage de la potasse par différence et directe se contrôlent parfaitement, surtout dans les taux moyens et en l'absence du sulfate de calcium. La dernière est préférable pour les richesses moyennes ou fortes (chlorure de potassium, par exemple); la première, au contraire, semble meilleure pour certains engrais pauvres [1].

VII. — Dosage du cuivre.

Lorsqu'un sel de cuivre se trouve en présence du composé à type d'ammoniaque condensée nommé « hydrazine », et que l'industrie chimique livre actuellement sous forme de sulfate d'hydrazine en superbes cristaux, l'hydrazine réduit le sel cuivrique en sel cuivreux au prix de tout son azote :

$$\underbrace{4CuO}_{\text{Oxyde cuivrique}} + \underbrace{Az^2H^4}_{\text{Hydrazine}} = \underbrace{2Cu^2O}_{\text{Oxyde cuivreux}} + 2H^2O + \underbrace{Az^2}_{\text{Azote libre}}$$

Quatre molécules-milligrammes de sulfate de cuivre cristallisé pur, qui pèsent précisément 1 gramme, dégagent, mises en présence de 130 milligrammes de sulfate d'hydrazine $SO^4H^2.Az^2H^4$, deux atomes-milligrammes d'azote, c'est-à-dire autant de gaz que le font 107 milligrammes de chlorure d'ammonium pur traités par l'hypobromite de sodium. Cette intéressante réaction nous a été signalée par M. Joseph de Girard, docteur ès sciences, à Montpellier; elle permet de doser très facilement le cuivre des poudres anticryptogamiques.

La substance à essayer est attaquée à chaud par un volume exactement mesuré V d'eau légèrement aiguisée d'acide nitrique. Après suffisant contact, on filtre la bouillie obtenue, on recueille une fraction du volume V, la moitié par exemple, contenant, par conséquent, la moitié du cuivre de l'échantillon, et l'on déverse dans le vase à réaction du calcimètre Trubert. On neutralise avec un alcali fixe, de façon toutefois que la liqueur reste encore très faiblement acide; on introduit un léger excès de sulfate d'hydrazine et l'on garnit la grande jauge d'une forte charge de lessive alcaline qu'on déverse goutte à goutte. Le mélange se trouble et rougit à mesure que la soude déplace l'hydrazine et que celle-ci est décomposée en perdant de l'azote qu'on recueille dans la cloche. On compare le volume d'azote à celui que dégagerait un poids convenable de chlorure d'ammonium pur traité à l'hypobromite.

Les résultats sont exacts. Toutefois, la difficulté pratique provient de ce qu'il faut un poids assez lourd de sulfate de cuivre pour obtenir un dégagement gazeux suffisant, que, pour l'attaque parfaite d'une poudre commerciale dans laquelle le sel de cuivre est diffusé dans un large excès de matière inerte, il convient d'employer un fort volume d'eau acidulée, et qu'en fin de compte, le vase à réaction ne doit pas être envahi par une masse liquide exagérée [1]. Nous recommandons, dans ce but, de répartir d'abord la couche de poudre sur le fond plat d'une grande fiole conique, de verser ensuite le liquide et de chauffer le tout légèrement, en disposant sur le goulot une petite poire en verre pour ralentir l'évaporation.

Il est malheureusement moins facile de parer à un autre inconvénient : à savoir le prix élevé du sulfate d'hydrazine. Ce réactif ne saurait revenir actuellement à moins de 80 francs le kilogramme, et chaque essai, en admettant qu'il porte sur 2 grammes de sulfate de cuivre, reviendrait à 25 centimes au moins. A l'industrie chimique de lever cet obstacle.

Antoine de Saporta.

[1] Pour ne pas surcharger notre exposé de détails fastidieux, donnons ici quelques renseignements relatifs à la pratique de l'opération : Soit N la tare du jour en centimètres cubes; il est bon que les 5 centimètres cubes d'essai renferment un poids d'engrais en milligrammes de $\frac{12\,530}{N}$. La solution de bitartrate de sodium, saturée de bitartrate de potassium, doit jouir d'une force acide à peu près double, à volume égal, de celle de la liqueur-type d'acide tartrique. Il faut tenir compte aussi de la faible acidité de la prise d'essai. Pour apprécier après le dépôt l'acidité réduite de l'eau-mère, prendre une portion connue de celle-ci et ramener par le calcul à l'intégralité. Enfin, la perte d'acidité, traduite en centimètres cubes, correspond sensiblement au pourcentage en K^2O de la matière essayée, et le nombre de centimètres cubes observés à l'essai final dénote sans calcul ce même pourcentage.

[1] La capacité du vase à réaction de l'appareil Bernard est trop faible pour permettre les essais de cuivre à l'hydrazine. Il faut opérer avec le dispositif Trubert.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Pionchon (J.), *Professeur à la Faculté des Sciences de Grenoble.* — **Evaluation numérique des Grandeurs géométriques** (*Bibliothèque de l'Elève-Ingénieur*; 1re *section : Mathématiques*). — 1 *vol. in*-8° *de* 128 *pages avec figures.* (*Prix* : 3 *fr.* 50.) *Gratier et Rey, éditeurs, Grenoble*, 1903.

Sous le titre de : *Bibliothèque de l'Elève-Ingénieur*, M. Pionchon vient d'entreprendre la publication d'une série de petites monographies dont l'ensemble doit constituer un *Recueil de Notions fondamentales, théoriques et pratiques, sur les Sciences appliquées.* Cette tentative est des plus intéressantes, et nous espérons que M. Pionchon parviendra à s'entourer des spécialistes qui lui sont nécessaires pour mener à bien cette utile entreprise. Une pareille collection peut rendre de grands services dans les pays de langue française, car il n'existe guère d'ouvrage français poursuivant ce but. L'ingénieur français, chacun le reconnaît, possède un excellent bagage de connaissances théoriques au moment où il quitte ses études, mais son instruction est souvent purement théorique; on néglige dans bien des cours — nous avons en vue surtout les cours de Mathématiques — d'introduire dans les problèmes des considérations empruntées aux applications pratiques.

Mais, pour qu'une collection semblable à celle que prépare M. Pionchon ait sa raison d'être, il est indispensable qu'elle tienne compte, dans une large mesure, des diverses branches des sciences appliquées. Les monographies qui la composent ne doivent pas être de simples résumés des connaissances théoriques utiles à l'ingénieur; chaque notion abstraite doit être accompagnée des formes caractéristiques sous lesquelles on la rencontre dans les applications.

La *Bibliothèque de l'Elève-Ingénieur* comprendra cinq sections, renfermant chacune une douzaine de volumes : 1° *Mathématiques*; 2° *Mécanique*; 3° *Physique industrielle*; 4° *Electricité industrielle*; 5° *Economie industrielle.*

Les douze volumes de la Section mathématique porteront les titres suivants : Calculs numériques; Calculs algébriques; Analyse infinitésimale; Grandeurs géométriques; Mesures de longueurs; Mesures de surfaces; Mesures de volumes; Dessin géométrique; Nomographie; Topométrie; Topographie.

Pourquoi cette répartition, qui présente des disproportions que l'on ne s'explique guère? On ne pourra en donner un jugement complet que lorsqu'on aura pris connaissance du contenu des divers volumes. Ce que l'on peut dire, dès maintenant, c'est qu'il eût été préférable, dans l'intérêt de *l'Elève-Ingénieur*, de grouper les Mathématiques en deux volumes au maximum. Non seulement les recherches eussent été plus faciles, mais il eût été possible de mettre la collection complète à la portée d'un plus grand nombre de personnes.

Pour le moment, un seul volume a paru dans la Section mathématique; il est intitulé : *Evaluation numérique des grandeurs géométriques.* L'auteur y résume les notions suivantes : évaluation numérique des longueurs, des angles, des courbures, des aires, des volumes; puis il examine l'influence du choix de l'unité de longueur sur l'évaluation des grandeurs géométriques. L'Appendice contient quelques considérations générales : 1° sur l'étude quantitative des grandeurs géométriques; 2° sur la désignation numérique des grandeurs géométriques.

Ce groupement des diverses notions est intéressant et s'adapte bien à ce genre de résumés. Par contre, on peut reprocher à l'auteur l'emploi de quelques dénominations dont on ne fait guère usage en Mathématiques; citons, à titre d'exemple, « la matricule d'un segment ». D'autre part, il n'est pas tenu compte dans une mesure suffisante des applications pratiques; on ne trouve pas dans ce volume de ces exemples qui frappent l'élève et lui permettent de saisir nettement la notion théorique qu'on vient de lui présenter.

H. Fehr,
Professeur à l'Université de Genève.

Fliegner (A.), *Professeur à l'Ecole Polytechnique de Zurich.* — **Les Distributions à changement de marche avec tiroir unique** (*traduit de l'allemand par* P. Hoffet, *avec une préface de* M. Mallet). — 1 *vol. in*-8° *de* 190 *pages avec* 7 *planches gravées. Ch. Béranger, Paris, et Schulthess et Cie, Zurich*, 1903.

La grande notoriété de l'auteur et les deux éditions qu'a eues son livre, en Allemagne, nous dispensent d'en faire l'éloge; M. Mallet a, d'ailleurs, témoigné du mérite de la traduction française en consentant à lui donner une préface.

L'ouvrage de M. Fliegner manquait d'une introduction historique : M. Mallet a comblé cette lacune, en remontant à la genèse des changements de marche; son avant-propos constitue une étude synthétique très intéressante, pleine d'aperçus nouveaux et inédits.

M. Fliegner a traité son sujet en se plaçant surtout au point de vue théorique, mais cet ouvrage sera très utile aux ingénieurs chargés d'établir des projets de machines. Dans un premier livre, le savant auteur étudie la commande des tiroirs de distribution; le second livre est consacré à la classification des changements de marche avec barre d'assemblage variable et invariable et par variation de l'angle de déviation. On y trouve d'abord la description des coulisses de Stephenson, de Gooch et d'Allan; puis, viennent celles de Walschaerts et de Hackworth, et les distributions de Morton et de Wild.

La méthode adoptée par le professeur de Zurich est celle de Muller, qui résout par des épures, sans intervention de l'analyse, le problème des distributions : c'est donc une méthode exclusivement graphique. Elle dérive de celle de Schorch, mais elle est plus simple, attendu que les arcs de cercle sont remplacés par des perpendiculaires à l'axe du tiroir; mais la comparaison des épures de Schorch et de Muller montre que l'avance à l'admission y est représentée avec la même précision; les phases peu intéressantes de la distribution sont les seules qui soient influencées par l'approximation admise. L'épure obtenue est donc très utile aux praticiens. L'application qui en est faite par M. Fliegner aux distributions à changement de marche présente le grand avantage de permettre un tracé précis par la règle et le compas.

L'ouvrage est d'une lecture facile; mais nous regrettons que toutes les figures aient été rejetées dans les planches placées à la fin du volume; la gravure permet assurément une précision plus grande que des clichés insérés dans le texte, et cette manière de faire se prête fort bien à la méthode graphique, qui sert de base à toutes les déductions; mais des schémas n'ont pas besoin d'une semblable précision, et le lecteur se reporte plus aisément à des figures intercalées dans leurs légendes explicatives. Cette légère critique ne diminue en rien le mérite des éditeurs, qui ont surveillé avec le plus grand soin l'exécution matérielle de l'édition française.

Aimé Witz.
Professeur de la Faculté libre des Sciences de Lille.

2° Sciences physiques

Comptes rendus du Congrès de la Houille blanche (7-13 *septembre* 1902). — 2 *vol. gr. in*-8° *de* 605 *et* 666 *pages avec figures. Syndicat des Propriétaires et industriels possédant ou exploitant des forces motrices hydrauliques*, 2, *place du Lycée, Grenoble.*

Grâce aux deux beaux volumes qui viennent de paraître, il restera du Congrès de la Houille blanche autre chose qu'un souvenir agréable, mais forcément appelé à s'effacer avec le temps. Le livre que nous venons de lire est bien fait pour entretenir ce souvenir sous sa forme la plus heureuse. Les Membres du Congrès voudront souvent s'y reporter pour leur documentation, et ceux qui n'ont pas pu assister au Congrès pourront, en le lisant, s'en faire une idée aussi exacte que possible.

Le premier volume est consacré aux comptes rendus des travaux du Congrès, et le second aux comptes rendus des excursions et visites officielles de la région française et de la région suisse avoisinant les Alpes.

Les préliminaires jugés nécessaires à l'exposé logique des travaux du Congrès, ainsi que l'historique complet de celui-ci, occupent la première partie du premier volume, soit environ 145 pages; le reste du volume est consacré, en proportions à peu près égales, aux conférences de la section technique et à celles de la section économique. On sait que les deux sections ont tenu simultanément leurs séances à Grenoble, Annecy et Chamonix.

Les ingénieurs des Ponts et Chaussées, MM. Wilhelm, René Tavernier, de la Brosse, ont traité de l'hydrologie en pays de montagnes;

M. Crolard, de la régularisation du débit des cours d'eau par le moyen des lacs ou des réservoirs artificiels;

M. Drouhin, ingénieur de la Société électrochimique de la Romanche, a exposé les travaux hydrauliques des installations devant utiliser l'eau des torrents;

M. A. Dumas, la construction des barrages et des réservoirs;

M. Boucher, les questions d'hydraulique industrielle en général;

M. Sloan, l'essai des turbines;

M. Ribourt, professeur à l'Ecole Centrale, la régularisation de ces dernières;

L'*électricité*, qui fournit le meilleur mode d'utilisation des chutes d'eau et du transport de leur énergie à distance, a fait l'objet de conférences techniques également fort intéressantes.

M. Picou a complété l'étude des installations hydro-électriques par quelques considérations sur la partie des installations concernant l'électricité.

M. Thury a traité de l'isolement des canalisations à haute tension et à courant continu, et de l'emploi de la terre pour le retour du courant.

M. Hospitalier a fait présenter l'ondographe, et MM. Rougé et Faget l'alterno-redresseur étudié par eux pour la conversion du courant alternatif en courant continu.

M. Blondel a présenté une note sur le calcul rapide des conducteurs aériens, au moyen d'un abaque unique.

M. Boissonnas, directeur de la Société franco-suisse pour l'Industrie électrique, a traité du transport électrique de l'énergie;

M. Henri Gall, administrateur-délégué de la Société d'électrochimie, de l'industrie électrochimique française;

M. Godinet, de l'éclairage;

M. Petit, de la traction électrique.

La *Section économique* s'est occupée des questions relatives à la législation des cours d'eau en France, et surtout des cours d'eau non navigables ni flottables, qui intéressent plus particulièrement la région visitée.

En présence d'un projet de loi proposant d'attribuer au Gouvernement la propriété des chutes de puissance supérieure à 200 chevaux et la faculté pour lui d'en donner la concession, le Congrès a examiné de nombreux projets, plus propices aux intérêts de l'industrie, et son attention s'est fixée surtout sur le projet de loi présenté par M. Michon, professeur à la Faculté de Droit, et connu depuis sous le nom de « projet de loi de Grenoble ». Il attribue la propriété de la chute à l'ensemble des riverains, mais il autorise dans certains cas la licitation de ces droits.

Le premier volume est complété fort utilement par le texte des projets de lois relatifs à la question législative, et par le texte du traité récent destiné à assurer l'éclairage électrique de Grenoble, ainsi que la reproduction d'un Rapport sur la même question.

Le *second volume* rend compte des excursions du Congrès de la Houille blanche, d'abord sur le versant français des Alpes, et notamment dans la région grenobloise, les vallées du Drac, de la Romanche, de l'Arc, du Bréda, de la Haute-Isère et de l'Arve, puis en Suisse dans la vallée du Rhône, et particulièrement la visite des installations de Genève, de Saint-Maurice et de Lausanne. Après un compte rendu humoristique et pittoresque des diverses excursions du Congrès, on trouve développés leurs éléments principaux d'intérêt, sous forme de monographies descriptives des usines visitées par le Congrès et même de quelques autres usines de la région.

L'enseignement propre du livre se complète encore par les bibliographies qui suivent certains chapitres. Il est facile de le consulter avec fruit, tant au point de vue économique qu'au point de vue technique, et l'on trouvera qu'il contient de nombreux renseignements sur les chutes d'eau, le transport de l'énergie et son utilisation. Il est regrettable, toutefois, qu'on n'ait pas mis à profit cette belle publication, comme d'ailleurs le Congrès qui en est la source, pour donner un aperçu des services rendus par la Houille blanche aux nombreuses industries qu'elle dessert, pour étudier l'état de ces industries, leur importance relative et leur avenir. Cette enquête eût pu être menée à bien par l'effort collectif des congressistes; mais aucune enquête individuelle ne peut, à cet égard, compléter l'œuvre inachevée du 1er Congrès, c'est-à-dire donner l'information précieuse que nous regrettons de ne trouver dans aucune publication, pour définir le rôle économique de cet agent industriel si fécond, la Houille blanche.

L'ouvrage ne visait pas ce but, puisqu'il ne rentrait pas dans le programme du Congrès en question; nous le regrettons, et nous voulons espérer qu'une autre publication comblera cette lacune. Quant à celle que nous présentons à nos lecteurs, elle est de lecture agréable, et, comme livre de références, d'une consultation très facile, grâce aux tables des matières et aux tables de gravures accompagnant chaque volume.

Bien étudié, et riche d'illustrations excellentes, l'ouvrage sera donc non seulement un souvenir agréable à ceux qui ont été associés aux visites du Congrès, mais il constituera une attraction puissante et il sera d'une lecture instructive pour les lecteurs qui n'ont pas eu la bonne fortune d'y prendre part. P. Letheule.

Pairault (E.-A.), *Pharmacien principal des troupes coloniales, Chargé de mission scientifique aux Antilles.* — **Le Rhum et sa fabrication.** — 1 *vol. in*-8° de 289 *pages. Naud, éditeur, Paris*, 1903.

M. Pairault a étudié sur place les rhummeries des Antilles, et il a établi à Saint-Pierre de la Martinique un laboratoire pour faire des recherches relatives à cette industrie. Il est donc bien documenté, ce qui donne un grand intérêt au volume qu'il publie. Le tableau que trace M. Pairault de l'industrie rhummière aux Antilles n'est pas attrayant; cette industrie serait une de celles qui ont le moins utilisé les progrès de la Science, dont certaines autres industries de la fermentation ont, cependant, si largement profité. On fabrique le rhum comme il y a cinquante ans, avec la même ignorance du rôle des ferments, les mêmes aléas, les mêmes pertes, avec la même routine!

M. Pairault donne des renseignements précis sur les divers modes de fabrication du rhum et sur les sortes de rhums qu'on prépare. On produit deux sortes de rhums : le *rhum d'habitant* et le rhum industriel ou *rhum d'exportation*. Le premier, consommé sur place, est préparé dans les petites rhummeries, au moyen du vesou cru ou du vesou cuit. Il est très fin, son arome est suave et bien supérieur à celui des rhums d'exportation, qui sont préparés au moyen de mélasses. Le rhum préparé pour l'exportation doit avoir un arome très intense, recherché par les exportateurs qui peuvent se livrer ainsi à la fraude. Le rhum d'exportation peut, en effet, être coupé avec trois à quatre fois son volume d'alcool industriel neutre, que son odeur intense masque aisément. Le rhum d'habitant ne supporterait pas une semblable dilution. M. Pairault appelle l'attention sur cette fraude très courante, qui est très préjudiciable aux fabricants de rhums.

M. Pairault, en suivant attentivement le travail des rhummeries, a pu se rendre compte de leur défectuosité. Pour s'en faire une idée, il suffit de constater le rendement; or, M. Pairault a vu que celui-ci était de 25 à 30 °/₀ inférieur au rendement théorique, alors que, dans une fermentation bien conduite la perte peut être limitée à 5 °/₀, au maximum à 10 °/₀. Ce mauvais rendement est dû à la malpropreté et à l'incurie. La mélasse est abandonnée dans des citernes où elle reçoit des poussières de toute nature; la fermentation n'est pas surveillée : elle se fait au hasard, à une température quelconque, et il n'est pas surprenant que le résultat soit mauvais.

En présence de cet état de choses, M. Pairault s'est efforcé de faire connaître les méthodes propres à améliorer la fabrication et principalement la partie la plus défectueuse de cette fabrication : la fermentation.

Il faut opérer la fermentation en cuve aseptique et au moyen de levures pures. Il faut aussi opérer avec soin pour ne pas introduire de bactéries dans les fermentations. C'est, en effet, le développement anormal de ces bactéries qui est cause des mauvais rendements que l'on constate. Comme on avait fait à M. Pairault l'objection que les bactéries sont nécessaires pour produire l'arome du rhum, il a fait des essais pour juger la valeur de cette assertion, et il a constaté que les bactéries ne jouent aucun rôle utile dans la production du bouquet.

Il convient donc, pour régulariser la fabrication et lui faire donner des résultats favorables et réguliers, d'opérer sur des moûts aseptiques qu'on ensemence avec des levains purs. M. Pairault recommande dans ce but l'appareil de M. Barbet.

Au point de vue de la distillation, l'auteur dit que les appareils employés aux Antilles sont très bons. Lorsqu'on veut utiliser des appareils continus, il faut avoir soin de ne pas trop pousser la rectification, afin de ne pas diminuer le bouquet, qui réside, comme on le sait, dans les impuretés.

M. Pairault termine son ouvrage en donnant des indications sur la manière dont doit être établie une rhummerie modèle et sur la façon dont le contrôle doit y être exercé au point de vue bactériologique et au point de vue chimique.

Les industriels ne sauraient avoir un meilleur guide que M. Pairault, et il est à souhaiter que ses conseils soient suivis dans les rhummeries de nos colonies.

X. Rocques,
Ex-chimiste principal
du Laboratoire municipal de Paris.

Malmgren (S. M.). — **Synthesen vermittels Bromcamphers und Magnesium.** (Thèse de la Faculté des Sciences d'Helsingfors). — 1 *vol. in-8° de* 91 *pages. Imprimerie J. Simelii Erben, Helsingfors,* 1903.

Par le moyen de la synthèse de Grignard, l'auteur a fait entrer le groupe camphoryle dans un grand nombre de combinaisons.

3° Sciences naturelles

Robin (Aug.). — **Géologie pittoresque.** La Terre. Ses aspects, sa structure, son évolution. — 1 *vol. gr. in-4° de* 330 *pages, avec cartes géologiques en couleur,* 760 *reproductions photographiques* (24 *hors texte*), 53 *tableaux de fossiles caractéristiques, et* 158 *dessins.* (*Prix* : 20 *fr.*) *Larousse, éditeur. Paris,* 1903.

Voici un livre que consulteront, avec plaisir, aussi bien les géologues de profession que le public qui s'intéresse à la Géologie. Il renferme, en particulier, de nombreux documents, admirablement reproduits au moyen de clichés photographiques. C'est là une des caractéristiques et un des avantages de cet ouvrage de vulgarisation, car les figures, bien choisies, souvent originales, permettent toujours de se rendre nettement compte de ce dont il est question, aussi bien des paysages géographiques et géologiques que des carrières, des fossiles, des minéraux, etc.

Le texte de « La Terre » est, d'ailleurs, clair et précis, et l'auteur a su prendre, en général, des exemples typiques parmi les faits nombreux qu'il avait à exposer.

L'ouvrage est divisé en trois parties :

La première a trait aux phénomènes actuels et comprend les chapitres suivants : L'atmosphère, l'eau liquide, l'eau solide, les cours d'eau, la mer, la sécheresse de l'air, le vent, les organismes, le feu souterrain.

La seconde est consacrée aux formations géologiques éruptives et sédimentaires, depuis les temps primaires jusqu'à nos jours.

La troisième est assez complexe : on y trouve des chapitres un peu spéciaux, comme les environs de Paris; d'autres, d'utilité pratique : les excursions géologiques; enfin, un chapitre sur l'homme, un autre sur les minéraux, et le dernier, particulièrement intéressant et philosophique, sur le passé et l'avenir de la Terre.

Pour ces diverses raisons, cette publication mérite une place dans toutes les bibliothèques; elle peut aider à l'étude de la Géologie, en donner le goût, et servir beaucoup à titre documentaire.

Il convient, enfin, de féliciter vivement la librairie Larousse, pour le soin tout particulier qu'elle a apporté à l'édition de cet ouvrage. Ph. Glangeaud,
Professeur adjoint à l'Université de Clermont-Ferrand.

Cotte (J.). — **Contribution à l'étude de la nutrition chez les Spongiaires.** — 1 *broch. de* 148 *pages avec figures. Extrait du* Bulletin scientifique de la France et de la Belgique, t. XXXVIII. *Laboratoire d'évolution des êtres organisés. Paris,* 1903.

M. Cotte a rassemblé dans ce travail, en y ajoutant un grand nombre d'observations personnelles, les documents un peu épars que l'on possède sur les principaux points de la Physiologie des Eponges.

Il étudie d'abord le mécanisme du courant qui parcourt les voies aquifères avec une rapidité variant selon leur calibre. Il est lent dans les corbeilles vibratiles; mais les flagella des choanocytes déterminent un brassage énergique de l'eau et la forcent à se déplacer perpendiculairement à leur axe. Le sens du courant paraît être toujours le même, et difficilement susceptible d'inversion; les corbeilles vibratiles des *Clionides* sont, comme celles des autres Spongiaires, parcourues par le courant principal et non pas en dérivation sur lui.

Outre le courant des voies aquifères, il existe, réglé par le jeu des contractions des pinacocytes, un courant lacunaire qui parcourt la substance fondamentale et sert de voie aux phénomènes d'absorption et d'excrétion.

La partie la plus considérable du Mémoire est consacrée à l'étude de la digestion. L'absorption des particules solides parcourant les canaux est effectuée par les choanocytes. Le transport dans l'intérieur du corps des substances ingérées appartient aux cellules migratrices, ainsi que le prouve l'examen de coupes effectuées sur des Eponges fixées après un séjour plus ou moins long dans de l'eau de mer additionnée d'amidon, de bactéries ou de poudres colorées.

Les Spongiaires n'émettent pas de ferments digestifs dans le liquide qui les baigne ; leurs fonctions digestives, purement intracellulaires, sont dévolues, chez les *Calcaria*, principalement aux choanocytes, et chez les *Incalcaria* aux amibocytes. M. Cotte a pu assister à la phagocytose des cellules d'une algue par les cellules amiboïdes de l'Eponge avec qui elle vit en commensalisme; il a vu également les cellules amiboïdes effectuer une migration dans des tubes capillaires enfoncés dans le tissu des Eponges et chargés de particules charbonneuses, puis absorber ces particules.

La nature des diastases des Spongiaires n'est pas constante dans l'embranchement. Chez la plupart existerait un ferment agissant sur les matières albuminoïdes, appelé par l'auteur *subéripsine*. Certains de ses caractères le rapprochent de la trypsine : la digestion s'effectue bien, surtout en milieu alcalin ; elle va jusqu'à la production de leucine et de tyrosine; mais ce ferment agit également en milieu acide : les produits de digestion donnent la réaction de la tyrosinase, mais non celle du tryptophane. Comme on sait la complexité des conditions qui interviennent dans la digestion des protéiques, cette étude mériterait d'être poursuivie chez les Spongiaires, qui s'écarteraient un peu, à ce point de vue, d'autres êtres inférieurs. D'ailleurs, M. Cotte signale chez certaines espèces la présence simultanée de pepsine et de trypsine. Parmi les autres ferments digestifs, a noter l'existence d'une présure, sur laquelle les acides et les sels de chaux ont une action adjuvante, de l'amylase, de l'invertine, de la lipase, de la tyrosinase.

En étudiant les secrétions et pigments, M. Cotte confirme les observations de Krukenberg sur les rapports de la cholestérine et des lipochromes. Divers agents d'oxydation déterminent, dans une solution chloroformique de lipochromes, l'apparition de corps donnant avec l'acide sulfurique la réaction de Salkowski. Chez certaines espèces, il semble y avoir, pendant la vie, coexistence de cholestérine et de lipochromes. Après une judicieuse critique de la notion de pigments, l'auteur range les lipochromes dans la catégorie des pseudo-pigments, car leur coloration n'intervient pas dans leur rôle biologique, qui est sans doute analogue à celui des substances de réserve.

A la suite des pigments sont étudiées les cellules sphéruleuses, qui peuvent être considérées comme de nature glandulaire. Elles dérivent des cellules amiboïdes et s'éliminent, soit en totalité dans les canaux, soit par fragments dans la substance fondamentale. Elles sont utilisées quand les conditions de la nutrition deviennent défectueuses. On voit alors leur nombre diminuer et, à leur place, on aperçoit des cellules de même forme, mais d'aspect vacuolaire, correspondant manifestement aux premières vidées de leur contenu.

Parmi les matières de réserve des Spongiaires se trouvent les graisses. M. Cotte a constaté l'existence à peu près certaine des acides butyrique et oléique chez *Reniera simulans*. On ne peut pas y déceler d'amidon lorsqu'on prend la précaution de dissoudre les lipochromes et de détruire les diastases avant de faire la réaction de l'iode. Cette réaction ne s'est montrée douteuse, parmi les nombreuses espèces étudiées, que chez *Spongelia pallescens*, toujours associée à une algue.

L'excrétion se fait pour les choanocytes directement dans les chambres, et pour la mésoglée, soit directement, soit indirectement par l'intermédiaire des amibocytes et des cellules sphéruleuses. L'azote résiduel s'élimine sous forme d'ammoniaques composées.

Les Eponges paraissent pouvoir se nourrir des diverses particules solides, débris animaux ou végétaux, bactéries, qui passent à leur portée; et leurs phénomènes généraux de nutrition s'accomplissent comme ceux des autres animaux avec lesquels elles partagent l'incapacité d'élaborer l'amidon.

Ce qui forme une particularité intéressante de leur étude, c'est de voir, à côté d'une grande simplicité d'organisation, laissant la cellule opérer intégralement le travail de nutrition, sans aucune tendance à la différenciation, des phénomènes de transport déterminés par les conditions particulières de la vie des Spongiaires, et qui ne sont pas sans analogie avec ceux que présentent les animaux supérieurs. M. Lambert,

Professeur agrégé de Physiologie
à la Faculté de Médecine de Nancy.

4° Sciences médicales

Roger (G.-H.), *Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris.* — **Introduction à l'étude de la Médecine.** 2e *édition, revue et augmentée.* — 1 *vol. in-8° carré de 741 pages. Librairie C. Naud. Paris*, 1904.

C'est la seconde édition d'un ouvrage, qui, par sa forme et sa composition, a obtenu le plus légitime succès. Cette heureuse destinée lui était due. Le livre, en effet, dans la pensée de l'auteur, s'adressait spécialement à « ceux qui commencent l'étude de la Médecine ». Il s'est trouvé que beaucoup de ceux qui avaient fini leurs études de Médecine en ont fait leur profit aussi bien que ceux qui les commençaient. Dans cette édition, M. Roger a fait des additions très nombreuses, qui ont augmenté le format de l'ouvrage. Il est toutefois resté fidèle à son plan primitif. Il a envisagé la Pathologie dans son ensemble et en a considéré les parties dans un judicieux détail, faisant choix des faits importants, « des résultats définitifs », les mettant en relief et évitant « systématiquement les discussions théoriques ». C'est ainsi que l'auteur expose tour à tour les causes des maladies, l'étiologie, à laquelle six chapitres entiers sont consacrés. M. Roger explique le rôle prédominant des microbes, leur mode d'action, celui des produits qu'ils sécrètent, les réactions qu'ils déterminent, etc. Puis, jusqu'au vingtième chapitre, il expose les grandes questions médicales, les réactions nerveuses, les troubles de la nutrition, l'hérédité, l'inflammation et ses formes, les tumeurs, les atrophies et dégénérescences, les synergies fonctionnelles, les sympathies morbides, l'évolution des maladies. Il apporte un grand soin à l'examen clinique des malades. Il examine successivement les divers appareils, conduit l'examen suivant les indications qui leur sont propres, donne, chemin faisant, la valeur sémiologique, la signification des symptômes constatés. Toute la médecine pratique, en tant qu'art du diagnostic, tient en une centaine de pages. Le médecin qui les saurait bien serait assure de ne pas commettre une erreur grossière et de pouvoir prendre avec profit une observation valable. M. Roger a évité soigneusement toute complexité. Il n'a pas parlé des signes discutables : tous ceux qu'il donne sont définitivement acquis. L'avenir ne pourra que les compléter ; il ne pourra pas les changer. C'est là une chose fort importante pour l'éducation du jeune médecin et que le maître a très bien comprise. Je fus autrefois l'élève d'un homme remarquable, dont l'esprit médical était à la fois d'une prudence et d'une subtilité rares. Il aimait à nous dire que toute la médecine utile devait se faire « avec sa tête et ses dix doigts ». Cela nous semblait singulier de sa part, à lui, qui passait volontiers d'interminables heures, penché sur son microscope, à faire des comparaisons histologiques très précises. M. Roger, clinicien que les recherches de laboratoire ont illustré, me le rappelle dans cette partie de son livre consacrée à la Clinique. Et aujourd'hui, en parlant ici de l'Introduction à l'étude de la Médecine et de l'auteur de ce livre, je trouve l'expression exacte de ma pensée au sujet de l'un et de l'autre dans les termes mêmes que les éditeurs de Celse employèrent jadis pour présenter au lecteur le Traité de l'Admirable Eclectique : « On peut le proposer aux médecins comme un excellent modèle de ce bon sens pratique, de cette exactitude d'analyse, de ce doute raisonné et philosophique, qui doivent être la règle de conduite du médecin et qui font de la Médecine le plus noble des arts. »

Dr A. Létienne.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 7 Mars 1904.

M. le Président annonce la mort de M. **Fouqué**, Doyen de la Section de Minéralogie, et de M. **Perrotin**, Correspondant pour la Section d'Astronomie. — M. **Agassiz** est élu Associé étranger, et M. **Warming**, Correspondant dans la Section de Botanique.

1° Sciences physiques. — M. **E. Bouty** a constaté que la cohésion diélectrique de l'argon est très faible, et de beaucoup inférieure à celle de l'hydrogène. De simples traces de gaz étrangers l'accroissent considérablement. — M. **H. Pellat** : Loi générale de la magnétofriction (voir p. 365). — M. **G. Sagnac** a vérifié expérimentalement les lois de la propagation anomale de la lumière le long de l'axe d'un instrument d'optique et confirmé l'existence d'une série d'oscillations le long de cet axe. — M. **C. Raveau** : Démonstration élémentaire de la règle des phases (voir p. 364). — MM. **J. Lemoine** et **L. Chapeau** : Différents régimes de l'étincelle fractionnée par soufflage. — M. **M. Lambert** a constaté que la production de phénomènes osmotiques s'accompagne, dans certaines conditions, d'un renforcement de l'éclat d'un écran phosphorescent approché du vase où ils s'accomplissent. — MM. **G. Urbain** et **H. Lacombe** ont séparé l'europium du gadolinium par fractionnement de leurs sels doubles avec le magnésium. Le poids atomique du nouveau métal, déterminé par trois méthodes, est en moyenne de 151,79, valeur que les auteurs considèrent comme exacte à 0,06 près. — M. **E. Rengade** a étudié l'action de CO^2 sur le sodium-ammonium et le potassium-ammonium. Au-dessous de —60°, il se forme exclusivement un carbamate alcalin avec dégagement d'H. A une température moins basse, il se produit en même temps un formiate alcalin. — MM. **C. Matignon** et **F. Bourion** ont constaté que le mélange chlore et chlorure de soufre constitue un excellent agent chlorurant pour les oxydes; il fonctionne à basse température et permet de préparer commodément des chlorures anhydres. — MM. **L. Maquenne** et **W. Goodwin** ont préparé les phénylurétbanes d'un grand nombre de sucres réducteurs et de polyoses en chauffant à l'ébullition un mélange de ceux-ci avec un léger excès de carbanile dilué dans la pyridine anhydre. — M. **E.-E. Blaise** a observé que, dans les allylalcoylcétones, la liaison éthylénique émigre avec une extrême facilité pour donner naissance à des cétones propénylées. — M. **D. Gauthier** a préparé des combinaisons du saccharose avec les iodures et avec les sulfocyanures alcalins. — MM. **R. Lépine** et **Boulud** montrent que le pouvoir lévogyre de certains extraits de sang pris des veines sus-hépatiques doit être attribué à l'acide glycuronique provenant du foie. Toutefois, il n'en faut pas conclure que le foie soit la source principale de l'acide glycuronique. — M. **G. Bertrand** a constaté que l'épinéphrine s'oxyde aisément par la laccase en donnant une coloration rouge analogue à celle qui résulte de l'oxydation de la tyrosine par la tyrosinase. — M. **F. Battelli** a reconnu que l'extrait de foie et de muscles oxyde l'acide formique avec dégagement de CO^2 en présence de peroxyde d'hydrogène. — M. **M. Berthelot** a étudié les échanges gazeux qui se produisent entre l'atmosphère et les plantes séparées de leurs racines et maintenues à l'obscurité. La température de la meule s'élève beaucoup, pour diminuer ensuite très lentement. Les gaz dégagés sont constitués par un mélange d'O et de CO^2, dans des proportions qui se rapprochent de celles qui caractérisent la respiration animale. — M. **G. André** a étudié les variations de l'acide phosphorique, de l'azote et des matières ternaires chez les plantes grasses annuelles.

2° Sciences naturelles. — M. **Aug. Charpentier** a constaté que les rayons N dirigés sur l'oreille provoquent une augmentation des sensations auditives. D'autre part, il a observé que les rayons N_1 de M. Blondlot produisent sur le système nerveux des effets inverses de ceux des rayons positifs. — MM. **Aug.** et **Louis Lumière** et **J. Chevrottier** ont reconnu que les oxydases artificielles (émulsions d'oxydes de fer ou de cérium dans des substratums gélatineux) atténuent les toxines microbiennes, car les animaux injectés avec la toxine tétanique, par exemple, meurent plus rapidement que des animaux ayant reçu successivement la toxine et l'oxydase. — M. **Grand'Eury** montre que les Névroptéridées sont très probablement des Cycadinées primitives, les stipes de ces fougères ressemblant d'une manière frappante aux *Colpoxylon*, *Medullosa*. — M. **P. A. Dangeard** signale, chez le *Saccobolus violaceus* et l'*Ascophanus ochraceus*, un exemple de la transformation des gamétanges des Siphomycètes en gamétophores sous l'influence de la vie aérienne. — M. **Gy de Istvanffi** montre que la perpétuation du mildiou de la vigne se fait grâce à un mycélium hivernant, qui existe à l'état de vie latente dans les divers organes de la vigne. — M. **H. Douvillé** signale le fait que l'aplatissement du sphéroïde terrestre a augmenté progressivement, ce qui semblerait indiquer que le mouvement de rotation de la Terre a été en s'accélérant. — MM. **P. Termier** et **A. Leclère** concluent, d'une étude sur la composition chimique des assises cristallophylliennes de Belledonne, que le métamorphisme régional ne va pas sans un apport d'alcalis.

Séance du 14 Mars 1904.

Sont élus Correspondants : pour la Section de Géométrie, M. **Volterra**; pour la Section de Minéralogie, M. **Brögger**; pour la section de Botanique, M. **C. Flahault**.

1° Sciences mathématiques. — M. **Zoretti** présente ses recherches sur les ensembles parfaits et les fonctions uniformes et énonce, en particulier, le théorème suivant : En excluant du plan les points *intérieurs* à l'un au moins des cercles d'une suite dénombrable de cercles, on obtient un ensemble *fermé* (contenant son dérivé).

2° Sciences physiques. — M. **R. Blondlot** montre que l'action de la chaleur sur la phosphorescence diffère de celle des rayons N en ce qu'elle produit une augmentation d'éclat dans toutes les directions et non dans la normale seulement. — MM. **A. Pérot** et **Ch. Fabry** indiquent un procédé de mesure optique de la différence de deux épaisseurs. — M. **G. Sagnac** énonce de nouvelles lois relatives à la propagation anomale de la lumière dans les instruments d'optique. — M. **C. Tissot** a mesuré, au moyen d'un bolomètre détecteur d'ondes électriques très sensible, l'énergie mise en jeu dans une antenne réceptrice à différentes distances; l'énergie reçue varie en raison inverse du carré des distances. — MM. **P. Curie** et **J. Danne** ont étudié la disparition de la radio-activité induite par le radium sur les corps solides. Les résultats peuvent s'interpréter théoriquement en supposant que l'émanation agit sur les parois solides en créant une substance radioactive B, qui disparaît suivant une loi exponentielle simple en donnant naissance à une nouvelle substance C, disparaissant de même. — M. **H. Bagard** a constaté que le sucre de canne et l'essence de

térébenthine dévient à droite le plan de polarisation des rayons N, tandis que l'acide tartrique droit le dévie à gauche. — M. F.-A. **Forel** a observé constamment le cercle de Bishop (couronne circumsolaire produite par des poussières volcaniques lancées dans la haute atmosphère) depuis le 1er août 1903. Cette réapparition est consécutive aux éruptions de la Martinique. — M. A. **Ponsot** donne trois démonstrations simples de la règle des phases. — M. J. **Meunier** décrit un appareil destiné à régulariser le fonctionnement des trompes à vide. — MM. H. **Moissan** et F. **Siemens** ont constaté que Si commence à se dissoudre dans le zinc à 550°; à 850°, la solubilité est de 1,62 °/₀. Dans le plomb, la solubilité de Si commence à une température plus élevée (1.100°); à 1.400°, elle est de 0,15 °/₀, et au point d'ébullition de 0,79 °/₀. Le silicium se sépare en cristaux par refroidissement. — M. H. **Moissan** montre que, chaque fois que, dans une électrolyse, on produit du calcium au contact du charbon au-dessus du rouge sombre, il se forme une faible quantité de carbure de calcium. — MM. C. **Marie** et R. **Marquis** prouvent que, dans une solution d'azotite de sodium contenant CO^2, il doit y avoir théoriquement, et il y a pratiquement de l'acide azoteux libre. La quantité est très faible, mais elle se renouvelle au fur et à mesure qu'elle est consommée. — MM. G. **Blanc** et M. **Desfontaines** ont préparé le nitrile campholytique par action de PCl^5 sur l'amide campholytique racémique. La réduction de ce nitrite fournit une base, qui semble être de l'α-aminocampholène racémique impur. — M. E.-E. **Blaise**, par l'action de la chaleur sur les α-oxyacides, a obtenu un dégagement de CO avec formation de l'aldéhyde renfermant un atome de C de moins que l'acide dont on est parti. — M. F. **Bodroux**, en faisant réagir l'orthoformiate d'éthyle sur les combinaisons magnésiennes aromatiques en solution toluénique, a obtenu des aldéhydes avec un bon rendement. — M. L. **Beulaygue** décrit une nouvelle méthode de dosage des matières protéiques végétales. — M. A. **Trillat** montre que, par addition de formaldéhyde au lait, la caséine est rendue inassimilable en proportions plus ou moins grandes; en outre, on retrouve toujours la formaldéhyde dans le lait tant que celui-ci n'est pas altéré. — M. E. **Grimal** a obtenu, par distillation aqueuse de l'herbe fraîche de l'*Artemisia herba alba*, une essence jaune-verdâtre contenant du camphène gauche, de l'eucalyptol, du camphre gauche et des acides caprylique et caprique combinés à un terpène non identifié.

3e Sciences naturelles. — M. le Prince d'**Arenberg** décrit les mesures prises par la Compagnie de Suez à Ismaïlia pour la suppression du paludisme par la destruction des moustiques, mesures qui ont été couronnées de succès. — MM. A. **Charrin** et **Le Play** ont reconnu que l'injection, au cobaye, par voie sous-cutanée et à doses répétées, de produits provenant du tube digestif d'une série de nouveau-nés normaux ou malades, provoque des arrêts de développement. — MM. F. **Heim** et A. **Oudemans** décrivent deux nouvelles formes larvaires de *Thrombidium* parasites de l'homme, pour lesquelles ils proposent les dénominations de *T. poriceps* et *T. triaticeps*. — M. Arm. **Viré** décrit quelques expériences effectuées au Laboratoire des catacombes du Muséum. Des animaux normaux soumis à l'obscurité présentent une diminution de coloration, une persistance des organes devenus inutiles et un grand développement des organes devenus plus utiles. Les animaux souterrains ramenés à la lumière présentent un commencement de pigmentation. — M. L. **Roule** décrit un cérianthaire nouveau, le *Pachycerianthus Benedeni*, caractérisé par des cloisons courtes, des cloisons directrices épaisses, une disposition biseptale et une paroi de la colonne épaisse et consistante. — M. R. **Dubois** montre que les structures, en apparence diverses, des perles s'expliquent facilement par le passage d'éléments migrateurs calcifères au travers d'un épithélium fenêtré sécrétant la conchylioline. La nacre, quoique d'un travail plus grossier, est produite par le même mécanisme fondamental. — M. Aug. **Charpentier** a constaté que les rayons N agissant en un point de l'organisme sont transportés par les voies nerveuses et peuvent faire sentir leur action sur un écran phosphorescent appliqué en un autre endroit. — M. R. **Zeiller** présente quelques observations au sujet du mode de fructification des Cycadofilicinées, confirmant les observations récentes de M. Grand'Eury. — M. **Grand'Eury** montre que les stipites, houilles brunes et lignites sont le produit de la macération dans l'eau de plantes de marais. — M. L **de Launay** étudie la répartition des éléments chimiques dans la Terre et sa relation possible avec leurs poids atomiques. La *Revue* publiera prochainement un article de l'auteur sur cette question. — M. L. **Duparc** a découvert dans les roches granitiques de l'Oural du Nord une curieuse variété d'orthose, qu'il nomme *isorthose*.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 8 Mars 1904.

M. A. **Laveran**, considérant que d'excellents résultats, au point de vue de la lutte contre le paludisme, ont été obtenus déjà, dans un grand nombre de pays, au moyen de la protection mécanique de l'habitation contre les moustiques, émet le vœu que cette méthode prophylactique soit appliquée dans l'armée, notamment dans les casernements militaires de Madagascar, où abondent les moustiques propagateurs du paludisme. L'Académie adopte ce vœu. — M. **Lancereaux** retrace l'histoire de la dormeuse de Thenelles, dont le sommeil a duré pendant vingt années. Ce sommeil, à début brusque, avec perte de connaissance, anesthésie, contracture généralisée et exagération des réflexes, n'était pas un sommeil naturel, mais une attaque hystéro-épileptique modifiée. — M. **Le Bec** lit un Mémoire sur un cas d'utérus didelphe.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 27 Février 1904.

M. A. **Laveran** a examiné des Culicides recueillis à Rochefort-sur-mer et en Camargue; dans les deux cas, il a trouvé, parmi eux, des *Anopheles maculipennis*. D'autre part, il a trouvé dans le sang d'un cheval mort à Konakry un Trypanosome voisin de *Tr. Brucei*. — M. C. **Phisalix** a constaté que les rayons du radium exercent sur le venin de vipère une influence atténuante. — M. E. **Wahlen** a extrait des cultures de tuberculose un nucléo-protéide spécifique, qui donne une combinaison avec l'iode. — M. J. **Rehns** a vérifié et complété les résultats de Römer sur l'immunité acquise par l'œil du lapin contre l'abrine. — M. Ch. **Nicolle** a trouvé chez un *Bufo mauritanicus* de Tunisie une hémogrégarine nouvelle, qu'il nomme *H. tunisiensis*. — M. G. **Marinesco** étudie les troubles de la sensibilité vibratoire dans les affections du système nerveux; elles sont plus accusées au niveau des os des extrémités. — M. M. **Lambert** a constaté la production de rayons N dans diverses réactions chimiques. — MM. P. **Bouin** et P. **Ancel** communiquent quelques réflexions sur le déterminisme des caractères sexuels secondaires et de l'instinct sexuel. — M. F.-J. **Bosc** conclut de ses recherches que le cancer est une maladie de nature inflammatoire, virulente, due à des parasites vrais, intra-cellulaires, de la classe des Protozoaires. — M. V. **Henri** étudie l'influence de la concentration, de la dilution avec l'eau distillée et de la température sur la dissociation de l'oxyhémoglobine. Les premiers résultats paraissent montrer qu'une molécule d'oxyhémoglobine se dissocie en deux molécules d'hémoglobine et une d'oxygène. — M. H. **Desmots** a reconnu que les bactéries du groupe du *B. mesenterieus* peuvent produire de l'acétylméthylcarbinol aux dépens de divers hydrates de carbone. — M. P. **Remlinger** signale un certain nombre de faits, cliniques et expérimentaux,

qui militent en faveur de l'existence d'une toxine rabique; celle-ci réaliserait deux sortes d'accidents, spécifiques et non spécifiques. — **M. Alb. Branca** a observé, chez l'Axolotl, que la glande interstitielle peut acquérir un développement considérable toutes les fois que la spermatogénèse est abolie. — Le même auteur étudie le réseau vasculaire de la muqueuse vésicale. — **M. F. Ramond** montre qu'il existe dans le sang des substances, différentes des lipases, qui amènent la coagulation ou, mieux, l'agglutination des émulsions graisseuses. — **M. Ch. Dubois** est arrivé, chez un animal qui a reçu de l'adrénaline, à dilater les vaisseaux soit par l'excitation directe des nerfs vaso-dilatateurs, soit par l'excitation centrale. — **M. Sicard**, dans sept cas de névralgie du trijumeau, a constaté deux fois une lymphocytose accusée dans le liquide céphalo-rachidien. — **MM. A. Gouin** et **P. Andouard** communiquent de nouvelles observations montrant que l'urine des Bovidés est normalement acide; elle ne devient alcaline que sous l'action des ferments. — **M. Ch.-A. François-Frank** décrit un procédé de photographie simultanée des déplacements costaux, diaphragmatiques, abdominaux et des courbes pneumographiques et pleuro-manométriques. — **M. E.-L. Trouessart** montre que l'hypope enkysté du *Trichotarsius osmiae* est une deuxième nymphe femelle fécondée, qui se réveillera pour donner naissance à la forme femelle adulte. — Le même auteur montre que, chez les Sarcoptides et les Tyroglyphides, la femelle nubile ne présente pas d'orifice externe propre à la copulation; le mâle doit percer cet orifice par une véritable ponction hypodermique. — **M. S. Ramon y Cajal** décrit trois modifications, pour des usages différents, de sa méthode de coloration des neurofibrilles par l'argent réduit. Il a constaté, d'autre part, chez des animaux atteints de rage et chez le lézard hibernant, que le réticulum neurofibrillaire subit dans sa disposition des changements considérables. — **MM. A. Gilbert** et **A. Lippmann** ont constaté qu'à l'état normal le canal de Sténon est envahi par une flore microbienne extrêmement abondante, principalement anaérobie. Les canalicules intra-glandulaires et le parenchyme glandulaire sont stériles.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 4 Mars 1904.

M. N. Vasilesco Karpen propose une explication du nouveau moyen, trouvé par M. d'Arsonval, pour souffler l'arc de haute fréquence. Les deux circuits oscillants, circuit d'utilisation et circuit soufflant, ont des périodes d'oscillation distinctes; il arrive donc nécessairement, et cela dès la première demi-oscillation du circuit à plus longue période, que les intensités des courants traversant les deux circuits soient égales et de signes contraires dans leur partie commune, c'est-à-dire dans l'étincelle; à ce moment, celle-ci s'éteint. A partir de cet instant, les deux circuits n'en font plus qu'un, et les condensateurs se déchargent l'un dans l'autre. Comme il n'y a pas d'étincelle, l'air compris entre les deux boules de l'éclateur reste froid et l'arc ne s'amorce pas. — L'étude des *propriétés des substances réduites en lames minces* ayant des épaisseurs de plus en plus faibles a permis à **M. Henri Devaux** de reconnaître plusieurs faits importants : 1° Les propriétés mécaniques de la substance, cohésion pour les solides, tension superficielle pour les liquides, se maintiennent jusqu'à une certaine épaisseur; elles subissent une baisse brusque et considérable, ou même s'annulent complètement dès que cette épaisseur est diminuée de moitié. Cette épaisseur particulière mérite le nom de *dimension critique des états solides et liquides*. 2° Si la substance est capable de s'étendre spontanément sur l'eau, *son extension est toujours limitée*, ordinairement au delà de la minceur critique. De sorte que l'on peut avoir, côte à côte, deux portions de surface, l'une huilée, par exemple, et l'autre pure, ayant identiquement la même tension superficielle. 3° L'emploi de solutions titrées a permis de déterminer avec précision l'épaisseur de ces lames. Cette épaisseur est toujours très faible, particulièrement pour les lames d'acide oléique et de savon en extension maxima, dont le poids en grammes par centimètre carré est voisin de 10^{-9}. Même au voisinage de cette minceur excessive, l'existence de la substance se révèle avec certitude. 4° L'épaisseur critique mesurée pour chaque substance est une dimension remarquablement voisine du diamètre attribué à la molécule, c'est-à-dire qu'elle est toujours au voisinage de $1\mu\mu$. Parfois, il y a identité avec le diamètre moléculaire calculé (*sulfure de plomb, stéarate d'alumine, oléine*); plus souvent, l'épaisseur trouvée est un peu supérieure. 5° Ce fait se réalisant non seulement pour les liquides, mais aussi pour les solides, au moins pour certaines substances solides qui conservent leur cohésion jusqu'à cette épaisseur moléculaire, on peut en conclure que la molécule n'augmente pas de grosseur, pour ces substances, quand apparaît l'état solide. Elle serait la même qu'aux états gazeux ou liquide. — **M. C. Raveau** donne une *démonstration élémentaire de la règle des phases*. 1° Pour démontrer la règle des phases, il n'est pas nécessaire de faire appel aux principes de la Thermodynamique; il suffit d'invoquer les caractères expérimentaux de l'équilibre réversible des systèmes hétérogènes. Cet équilibre, défini par la *phase* des différentes parties homogènes, est déterminé par la constitution chimique globale du système, la température et la pression. Tout équilibre qui ne présenterait pas ces caractères ne saurait être qualifié de réversible[1]. On conclut de là que, si la composition globale d'un système A est la même que celle d'un système qu'on formerait en faisant varier uniquement la masse des phases d'un système B en équilibre, l'état d'équilibre considéré de B est commun à A et à B. Ce point admis, le raisonnement devient purement algébrique. 2° Pour obtenir des équilibres différant un peu d'un état pris par un système donné, il faut, si on laisse la température et la pression constantes, faire varier les quantités des c constituants indépendants. Cette opération est inefficace quand les quantités ajoutées ou soustraites sont les mêmes que si l'on avait fait varier uniquement la masse des phases du système, c'est-à-dire si elles peuvent être mises sous la forme :

$$dM_n = m_\alpha^n d\lambda_\alpha + m_\beta^n d\lambda_\beta + \ldots + m_\varphi^n d\lambda_\varphi,$$

m_α^n représentant la masse du $n^{\text{ième}}$ constituant qui se trouve dans la phase α du système initial. Si c est inférieur ou égal à φ, on peut toujours considérer les dM comme des fonctions linéaires et homogènes de c différentielles indépendantes, fonctions que l'on formera en complétant d'une façon quelconque les expressions précédentes. Les $c - \varphi$ nouveaux paramètres que l'on introduira ainsi sont les seuls dont la présence influe sur l'état d'équilibre. Les variations qu'ils déterminent sont indépendantes; l'état d'équilibre dépend donc au total de $c + 2 - \varphi$ paramètres. En se plaçant à ce point de vue, la raison pour laquelle, par exemple, l'équilibre réversible d'un système dans lequel il y a autant de phases que de constituants est déterminé uniquement par la température et la pression, c'est que des masses quelconques des constituants peuvent, en général, se répartir en des phases données. 3° La démonstration est en défaut quand les expressions linéaires du paragraphe précédent peuvent s'annuler simultanément. On peut alors faire varier la masse des phases dans un même

[1] Le mot équilibre, employé faute d'un meilleur, n'implique ici aucune idée de compensation mutuelle entre des actions qui se contrebalancent. Sa signification n'est pas analogue à celle du même terme en Statique, mais à celle du mot immobilité en Cinématique. Un système en équilibre est celui dans lequel la phase des différentes parties homogènes est invariable, le mot phase englobant, suivant l'expression de Gibbs, toutes les propriétés, à l'exception de la forme et de la grandeur.

système sans modifier l'équilibre. La pression ne varie pas si la température est constante. C'est ce qui se produit toujours lorsque $\varphi = c + 1$; on a alors une relation entre la température et la pression. Si $\varphi = c + 2$, on peut former deux systèmes comprenant c phases communes et, en outre, respectivement, la $(c+1)^{\text{ième}}$ et la $(c+2)^{\text{ième}}$; à chacun de ces systèmes correspond une relation entre la température et la pression, qui se trouvent ainsi déterminées lorsque les $c+2$ phases existent simultanément. — M. H. **Pellat** expose une méthode qui lui a permis de montrer que la colonne anodique d'un tube à gaz raréfié est formée par le choc des corpuscules, tout comme la gaine cathodique, et non par le choc des ions positifs. Dans son étude antérieure des phénomènes de magnétofriction, M. Pellat a trouvé que le faisceau cathodique des tubes de Crookes, la gaine cathodique et la colonne anodique des tubes de Geissler obéissent aux mêmes lois. Il apparaît dès lors que la magnétofriction est une des propriétés fondamentales des corpuscules en mouvement, qu'on peut ainsi formuler : *Les corpuscules en mouvement* (ou rayons cathodiques) *éprouvent, dans un champ magnétique intense, une action analogue à un frottement anisotrope très grand dans le sens perpendiculaire aux lignes de forces et nul* (ou à peu près) *dans le sens de ces lignes.* — M. V. **Crémieu** décrit et fait fonctionner son stato-voltmètre. La méthode qu'il utilise consiste à équilibrer une attraction électrostatique par une répulsion électrodynamique. On règle l'intensité du courant qui produit cette répulsion en agissant sur une boîte de résistance et la mesure des potentiels revient à une simple lecture de résistance. L'appareil est sensible à 2 volts et permet de mesurer jusqu'à 10.000 volts. D'ailleurs, on pourrait en construire allant de 2 volts jusqu'à n'importe quel voltage. M. Crémieu rappelle ensuite rapidement la méthode publiée il y a trois ans pour le réglage automatique du potentiel d'un condensateur. Il décrit le relais électrostatique imaginé pour appliquer cette méthode et montre le fonctionnement de cet appareil. — A propos des communications antérieures de M. de Kowalsky et de M. d'Arsonval, MM. **J. Lemoine** et **L. Chapeau** signalent des observations qu'ils ont faites sur les étincelles soufflées par un courant d'air, jaillissant entre les pôles métalliques d'un transformateur à haut voltage dont le primaire est alimenté par un courant alternatif. Si l'appareil fonctionne pendant quelques heures avec des boules de laiton primitivement polies, on observe deux régimes successifs : *Premier régime.* Les étincelles forment entre les boules un paquet cylindrique dont l'épaisseur apparente tient à ce que les points d'attache des étincelles sont répartis sur une surface de quelques millimètres carrés sur les boules. Une photographie au miroir tournant donne les paquets qui correspondent aux alternances successives. La distribution des étincelles est irrégulière. Leur nombre est relativement faible : 25 par alternance, par exemple. La différence de potentiel efficace, mesurée entre les pôles de l'éclateur, dans la même expérience, est de 10.000 volts. *Second régime.* Le second régime succède au premier après quelques heures de marche. Les étincelles forment entre les boules un trait lumineux unique, rectiligne, immobile. Le miroir tournant donne des paquets à distribution régulière. Le nombre des étincelles a augmenté; il est de 50 par alternance et la distribution des étincelles est régulière. En même temps, la différence de potentiel est descendue à 7.000 volts. Le passage au second régime est dû à la formation sur les deux boules de deux monticules coniques d'oxyde qui servent de point de départ à l'étincelle. On retrouve le premier régime en les supprimant. On le retrouve encore en remplaçant l'oxyde par des pointes métalliques de même forme. Parmi les différents métaux essayés, l'aluminium possède la propriété curieuse de donner immédiatement et indéfiniment le second régime. Quand l'une des boules est en laiton poli et l'autre en aluminium, les alternances d'une même parité, commandées par le laiton, sont du premier régime; les autres, commandées par l'aluminium, sont du second régime. En écartant peu à peu les boules, on affaiblit et l'on finit par faire disparaître les alternances du premier régime.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 4 Février 1904.

M. G. **Massee** étudie l'*origine du parasitisme chez les champignons.* Le problème, jusqu'ici inexpliqué, de savoir pourquoi les champignons parasitiques sont généralement confinés sur une ou, au plus, sur quelques plantes-hôtes voisines, trouve sa solution dans l'intervention de la chimiotaxie. De nombreuses expériences ont été entreprises, à la fois avec des champignons parasitiques et saprophytiques, dans le but de déterminer la nature chimiotactique positive ou négative de diverses substances existant normalement dans les plantes. Parmi ces substances, on peut citer le saccharose, le glucose, l'asparagine, les acides malique et oxalique et la pectase. Pratiquement, les tubes germinatifs de tous les champignons sont positivement chimiotactiques pour le saccharose, et la raison pour laquelle toutes les plantes contenant cette substance ne sont attaquées par aucune espèce de champignon réside dans la présence de certaines autres substances, dans la plante, qui sont négativement chimiotactiques ou répulsives pour les tubes germinatifs. Des spécimens de plantes immunisées appartenant aux espèces attaquées par un parasite obligé doivent leur immunité à l'absence ou à la présence dans une faible proportion de la substance chimiotactique pour le parasite. Cette découverte aidera dans la production de familles immunisées de plantes cultivées, tous les essais antérieurs dans ce but ayant été entrepris avec l'hypothèse d'une résistance physique. On peut élever des champignons purement saprophytiques pour les faire devenir parasitiques en semant les spores sur une feuille vivante à laquelle on a injecté dans les tissus une substance positivement chimiotactique pour les tubes germinatifs du champignon expérimenté. Par des moyens analogues, un champignon parasitique peut-être conduit à attaquer une nouvelle plante-hôte. Ces expériences prouvent (ce qui avait été jusqu'ici seulement supposé) que le parasitisme de la part des champignons est une habitude acquise. L'infection se produit plus spécialement durant la nuit ou pendant un temps sombre et humide, à cause de la plus grande turgescence des cellules et de la présence en excès de la substance chimiotactique dans la sève cellulaire. — M. R. **Gregory** : La division réductrice chez les Fougères. — M. E.-S. **Salmon** décrit ses *expériences culturales avec des « formes biologiques » d'Erysiphaceæ.* L'auteur indique que, grâce à une spécialisation du parasitisme, des « formes biologiques » ont été développées chez les *Erysiphaceæ*, et que le pouvoir d'infection, caractéristique de chaque forme biologique, est, dans les conditions normales, rigoureusement défini et fixé. Jusqu'ici le résultat des expériences de nombreux investigateurs — à la fois en ce qui concerne le groupe ci-dessus de champignons et les *Uredineæ*, où la même spécialisation du parasitisme se produit — a été une accumulation de preuves tendant à faire ressortir l'immutabilité des « formes biologiques ». Dans une série d'expériences culturales avec des « formes biologiques » d'*Erysiphe Graminis* D. C., l'auteur a découvert qu'avec certaines méthodes de culture, dans lesquelles la vitalité de la feuille-hôte intervient, les pouvoirs restreints d'infection, caractéristiques des « formes biologiques », déclinent. Dans ces expériences culturales, la feuille, avant l'inoculation, a été lésée par l'enlèvement d'un petit morceau du tissu de la feuille, ou en touchant l'épiderme avec un couteau chauffé au rouge. Les expériences ont prouvé que le degré d'infection d'une « forme biologique » s'accroît lorsque la vitalité d'une feuille est affectée par une lésion, de sorte que les conidies de certaines « formes biologiques » sont capables d'infecter des feuilles lésées d'espèces-hôtes,

lesquelles sont normalement immunisées contre leurs attaques. D'autres expériences ont prouvé que les conidies des champignons produites sur une feuille « coupée » sont capables immédiatement d'infecter des feuilles lésées du même hôte. L'auteur suppose que les lésions des feuilles, causées dans la nature par la grêle, les tempêtes de vent, les attaques d'animaux, etc., peuvent produire le même effet que les lésions artificielles décrites plus haut, en rendant la feuille lésée sensible à un champignon autrement incapable de l'infecter. L'auteur attire l'attention sur l'étroite relation qui existe entre la façon de se comporter du champignon dans les expériences et les faits biologiques obtenus dans la classe des champignons parasitiques connus sous le nom de « parasites à lésions ». — MM. **J.-N. Langley** et **H.-K. Anderson** ont étudié les *effets de la réunion du nerf cervical sympathique avec la corde tympanique.* Les expériences ont été dirigées dans le but de déterminer si le sympathique cervical, relié avec les cellules nerveuses périphériques sur le trajet de la corde tympanique, changera en partie leur fonction de vaso-constricteur en vaso-dilatateur. Chez un chat anesthésié, on a incisé le ganglion cervical supérieur et l'on a réuni l'extrémité centrale du nerf sympathique cervical à l'extrémité périphérique du lingual qui contient les fibres de la corde tympanique. Après avoir laissé le temps nécessaire pour l'union et la régénération des nerfs, le sympathique cervical a été excité, ce qui a causé une prompte sécrétion des glandes sous-maxillaires; cette même opération a été souvent répétée. L'expérience montre : 1° que les fibres du nerf vaso-constricteur sont capables de se réunir avec les cellules nerveuses périphériques du vaso-dilatateur et deviennent des fibres vaso-dilatatrices; 2° que, soit qu'il y ait contraction ou inhibition du muscle non strié des artères, la stimulation du nerf dépend du mode de terminaison du nerf de la fibre nerveuse post-ganglionnaire. Le sympathique cervical donne une sécrétion moindre et plus prolongée qu'à l'ordinaire, de sorte que quelques-unes des fibres nerveuses ont été reliées avec les cellules nerveuses périphériques sécrétoires de la corde tympanique. — MM. **E.-F. Bashford** et **J.-A. Murray** ont étudié la *conjugaison du noyau de repos dans un épithéliome de la souris.* Les auteurs ont déjà attiré l'attention sur le fait que le pouvoir de prolifération de la cellule, qui se produit dans un épithéliome de la souris (Jensen), est un phénomène sans précédent chez les Mammifères. Une masse de tumeur du poids de 16 livres a été produite artificiellement en transplantant des portions de la tumeur initiale et leurs dérivés. En cherchant à jeter la lumière sur ce fait, les auteurs ont étudié avec soin le phénomène qui suit la transplantation des portions du tissu dans de nouvelles places, et ils ont trouvé que les tumeurs qui se produisent dérivent généalogiquement des cellules introduites. Ils ont étudié la croissance des tumeurs qui surgissent à des étapes successives de vingt-quatre heures. On a observé la conjugaison du noyau de repos dans une tumeur enlevée le huitième jour et d'une grosseur moindre que la moitié d'un pois cassé. Pour prendre un cas spécifique, les noyaux de deux cellules adjacentes se continuent à travers la membrane de la cellule par un pont semblable à un tube, au centre duquel on peut voir, dans chaque cellule, un cordon d'une substance nucléaire avec des renflements fusiformes. Les cellules, de ce cas particulier, sont adjacentes au stroma et proches de la surface extérieure de la jeune tumeur.

Séance du 11 Février 1904.

M. **T. K. Rose** a étudié *certaines propriétés des séries d'alliages d'argent et de cadmium.* Les essais faits à l'Hôtel royal de la Monnaie pour produire des étalons uniformes de plaques d'essais d'argent et de cuivre n'ont donné aucun résultat à cause de la ségrégation des corps constituants. La courbe de refroidissement de l'alliage indique que la solidification commence à 900° et se termine à 778° en passant par un état pâteux, pendant lequel le réarrangement des parties constituantes peut avoir lieu, avec ce résultat que la distribution uniforme de l'argent est troublée. La courbe de refroidissement de l'alliage contenant 92,5 °/₀ d'argent et 7,5 °/₀ de cadmium ressemble à celle d'un métal pur, n'indiquant aucun état pâteux appréciable, et des plaques d'essais composées de ces corps ont été trouvées d'une composition uniforme. L'alliage est excessivement ductile, et l'on ne rencontre aucune difficulté en faisant des essais sur cet alliage par n'importe quelle méthode connue. Lorsqu'on prépare de gros lingots, il est nécessaire de verser l'argent dans une quantité convenable de cadmium fondu, cette méthode diminuant la perte du cadmium par volatilisation. Les courbes de refroidissement et la microstructure de toute la série des alliages d'argent et de cadmium ont été aussi étudiées et l'auteur a obtenu la preuve de l'existence d'un certain nombre de composés. Les alliages contenant de 100 à 80 °/₀ d'argent sont homogènes à toutes les températures au-dessus de la courbe du solidus, quoiqu'ils paraissent contenir deux corps entre les courbes du solidus et du liquidus.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 3 Mars 1904.

Mlle **K. B. Burke** et M. **F. G. Donnan** ont étudié les réactions entre le nitrate d'argent et certains iodures d'alkyles en solutions alcooliques absolues. A 24°,5 et à des concentrations variant de N/20 à N/80, les réactions sont représentées par une forme spéciale de l'équation de vitesse bimoléculaire, où le coefficient de vitesse est fonction de la concentration initiale des réactifs. Dans des solutions contenant les réactifs en quantités équivalentes, le coefficient de vitesse k augmente avec la concentration moléculaire initiale c, la relation entre k et c étant : $k = Kc^{0,53}$, où K est indépendant de la concentration. — MM. **R. S. Morrell** et **A. E. Bellars** ont séparé les acides β-crotonique et α-crotonique par la cristallisation fractionnée de leurs sels de quinine, celui du premier étant le moins soluble. On peut obtenir ainsi de l'acide β-crotonique très pur, F. 15°. — MM. **S. Ruhemann** et **E. R. Watson**, en faisant réagir KOH alcoolique sur la benzylidène-acétophénone, ont obtenu l'éther éthylique du dibenzoylméthane, $C^6H^5.C(OC^2H^5) : CH.CO.C^6H^5$, F. 89°-90°. Le dérivé *p*-nitré se comporte de même. L'aniline réagit sur la benzylidène-acétylacétone pour former le composé $C^6H^5.CH(AzH.C^6H^5).CH(CO.CH^3)^2$, F. 113°. L'ammoniaque alcoolique réagit sur le même corps en donnant une acétyldiphénylméthyltétrahydropyrimidine, F. 147°. — M. **W. R. Bousfield** décrit un procédé de purification de l'eau par distillation fractionnée continue. — M. **Al. Findlay** a étudié les relations d'équilibre de deux isomères dynamiques, le thiocyanate d'ammonium et la thiocarbamide, au point de vue de la règle des phases. La courbe des points de solidification est d'une forme simple; elle consiste en deux branches se rencontrant en un point eutectique à 104°,3. Le point de fusion du thiocyanate d'ammonium est d'environ 149°; celui de la thiocarbamide est supérieur à 175°-177°. La forme simple de la courbe montre qu'il ne se produit aucun composé stable aux températures indiquées sur cette courbe. — MM. **A. G. Green** et **A. G. Perkin** ont trouvé que la phénolphtaléine, décolorée par un excès d'alcali, peut être entièrement neutralisée sans reprendre sa couleur par titration ménagée à basse température avec l'acide acétique dilué. Mais, si cette solution neutre incolore est bouillie, elle reprend sa couleur intense et elle devient alcaline. Par acidification, il se précipite de la phénolphtaléine libre. Ces faits s'expliquent simplement si l'on attribue les variations de couleur au passage de la forme quinonoïde à la forme benzénoïde et *vice-versa*, dû à l'hydratation et à la déshydratation. — M. **W. H. Perkin jun.**, en faisant réagir le β-iodopropionate d'éthyle sur le cyanacétate

d'éthyle sodé, a obtenu le γ-cyanopentane-αγε-tricarboxylate d'éthyle, Eb. 228° sous 20 millimètres, qui donne par hydrolyse l'acide pentane-αγε-tricarboxylique. Celui-ci, mis à digérer avec l'anhydride acétique et distillé sous pression réduite, perd H^2O et CO^2 et se condense en acide *p*-cétohexahydrobenzoïque, F. 68°. L'auteur en étudie les dérivés. — MM. **C. H. Burgess** et **D. L. Chapman** exposent un certain nombre de faits nouveaux qui montrent que l'activité d'un mélange d'hydrogène et de chlore dépend entièrement de la condition du chlore. Une solution de chlore peut exister soit sous une forme active, soit sous une forme inactive. — M. **J. W. Mellor** a mesuré la durée de la période d'induction d'un mélange d'hydrogène et de chlore à différentes températures de 3° à 50°. La période est d'autant plus courte que la température est plus élevée. — Le même auteur montre que l'activité chimique plus grande du chlore insolé est intimement associée à la présence de vapeur d'eau. — MM. **A. C. O. Hann** et **A. Lapworth** ont combiné la carvone avec l'acide cyanhydrique à froid en présence de KCAz. Le nitrile formé donne par hydrolyse deux acides isomères non saturés, $C^{10}H^{15}O.CO^2H$, F. 137° et 96°-97°. La pulégone se comporte de même; son nitrile fond à 160°,5. — M. **H. M. Dawson** a étudié la formation des periodures de potassium dans les solvants organiques. Le plus haut periodure formé est l'ennéaiodure KI^9. — MM. **H. S. Raper, J. T. Thompson** et **J. B. Cohen** poursuivent leurs recherches relatives à l'action de l'hypochlorite de soude sur les sulfonamides aromatiques. L'halogène prend d'abord la position ortho par rapport au groupe aminé. Si un groupe méthyle est présent et que la position para par rapport au groupe aminé soit libre, l'halogène entre soit en position ortho par rapport au méthyle, soit en para par rapport au groupe aminé.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE LONDRES

Séance du 1er Février 1904.

M. **J.-L. Baker** présente un résumé du Rapport de la Commission Royale chargée d'étudier les causes de l'épidémie d'empoisonnement arsenical qui a sévi en Angleterre à la fin de 1900. Cette épidémie, qui a atteint plus de 6.000 personnes et produit au moins 70 décès, a été attribuée à l'usage de bières fabriquées avec du malt ou du sucre contenant de l'arsenic provenant du mode de préparation. Le Rapport étudie successivement : les essais servant à déceler l'arsenic dans les aliments ou les substances servant à la préparation des aliments; les moyens par lesquels les aliments peuvent être contaminés par l'arsenic; les précautions à prendre par les fabricants pour exclure l'arsenic des aliments; les moyens actuels de contrôle officiel de la pureté des aliments par rapport à l'arsenic et les améliorations à y introduire. — MM. **J.-L. Baker** et **W.-D. Dick** rappellent que beaucoup de brasseurs demandent, pour la fabrication de certaines bières, des malts très clairs. Ceux-ci sont obtenus en faisant brûler du soufre dans le four à griller le malt. Cette pratique doit être considérée comme dangereuse, car les soufres de qualité inférieure contiennent de l'arsenic qui peut contaminer le malt et, ultérieurement, la bière.

Séance du 22 Février 1904.

M. **Th. Tyrer** présente la seconde partie de son étude sur l'emploi de l'alcool dans l'industrie chimique et la nécessité de dégréver l'alcool industriel.

SECTION DE NEW-YORK

Séance du 22 Janvier 1904.

M. **M.-L. Griffin** étudie la fabrication des solutions décolorantes servant au blanchiment et le dépôt qu'elles forment par le repos. La pureté et la température de l'eau, ainsi que le degré d'agitation, ont une grande influence sur les propriétés de ces solutions. — M. **J.-M. Matthews** décrit le procédé de fabrication de la soie artificielle d'après les brevets de Chardonnet[1].

SECTION DE NOTTINGHAM

Séance du 27 Janvier 1904.

M. **S.-R. Trotman** indique un procédé de détermination électrolytique de l'arsenic, qui permet de reconnaître avec certitude 0,000.000.2 gramme d'oxyde arsénieux.

SECTION DE NEWCASTLE

Séance du 4 Février 1904.

M. **G. Sisson** décrit un appareil pour la production de l'acide carbonique liquide et divers usages de ce dernier : fabrication de boissons gazeuses, réfrigération, extinction, manœuvre des signaux de chemin de fer.

SECTION D'ÉCOSSE

Séance du 23 Février 1904

M. **Th. Ewan** propose deux méthodes pour la détermination des cyanates qui se trouvent fréquemment dans les cyanures commerciaux : l'une est basée sur l'insolubilité du cyanate d'argent, l'autre sur la décomposition de la solution aqueuse d'acide cyanique en CO^2 et AzH^3.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BERLIN

Séance du 4 Février 1904.

M. **G. Quincke** communique un Mémoire sur la double réfraction des gelées, constituant la suite des recherches de l'auteur sur les couches liquides invisibles et la tension superficielle des précipités liquides.

ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 11 Février 1904.

1° SCIENCES PHYSIQUES. — M. **F. Hasenöhrl** signale un cycle d'opérations qui serait en contradiction avec le deuxième théorème de la Thermodynamique si l'on n'admet pas que les dimensions de la matière se modifient par suite de son mouvement à travers l'éther. — M. **A. von Obermayer** présente ses recherches sur l'écoulement des corps solides, en particulier de la glace, sous une haute pression. — M. **E. Lecher** montre que le courant annulaire sans électrodes de J. J. Thomson se compose de trois actions : 1° Il se produit par impédance une grande différence de potentiel à variation rapide au commencement et à la fin de la bobine, qui provoque, outre une forte ionisation du gaz, un écoulement de l'électricité dans le vide; 2° ce phénomène lumineux est repoussé contre le bord par les forces magnétiques de la bobine; 3° Il y a probablement une accentuation du phénomène lumineux par les courants d'induction qui peuvent se produire dans les gaz fortement ionisés. — M. **K. Przibram** étudie la luminescence des gaz raréfiés dans des tubes sans électrodes placés dans un champ de Tesla. — M. **G. Jäger** communique quelques observations sur la théorie des expériences d'Exner-Pollak.

2° SCIENCES NATURELLES. — M. **F. Siebenrock** a étudié des phénomènes d'arrêt partiel dans la formation d'une carapace dorsale de *Testudo torniere*. Celle-ci présente, dans sa partie antérieure, une ossification incomplète des plaques costales, et une absence totale de plusieurs neuralia. — M. **E. Cohen** a étudié des échantillons de fer météorique tombés à De Sotoville (Alabama). Ils con-

[1] Voir A. MÉNÉGAUX : L'état actuel de la fabrication de la soie artificielle en France, dans la *Revue* du 30 juillet 1898, p. 569.

tiennent principalement du fer, du nickel et du phosphore. — Le même auteur a fait l'examen d'une tectite, de nature incontestablement météorique, tombée à Igast, en Livonie, en 1855. Par sa composition, elle se rapproche étroitement des moldawites, et il n'y a plus lieu de douter de l'origine également météorique de ces dernières.

Séance du 18 Février 1904.

1° Sciences mathématiques. — M. **N. Herz** montre que le problème de la « coupure arrière » n'est qu'un cas particulier d'un problème plus général, qui comprend également comme cas spécial le problème des huit points. — M. **L. Weinek** : La théorie de l'aberration des étoiles.

2° Sciences physiques. — M. **C. Doelter** poursuit ses recherches sur la fusion des mélanges de silicates. Le mélange vitrifié, la solution solide des deux silicates, montre un abaissement du point de fusion au-dessous de ceux des constituants et un point eutectique. — M. **C. Taussig** montre que les oxamides de l'aniline, de l'*o*- et de la *m*-toluidine, de la *m*-nitraniline, chauffés avec HgO, se transforment dans les urées correspondantes. — M. **A. Glogau** a constaté que l'éther méthylique acide de l'acide phtalonique, F.79°-81°, est transformé par AzH^3 en acide imidophtalonamique, F.191°-193°; avec la phénylhydrazine, il donne l'acide phénylphtalazone-carbonique; sa formule doit donc être C^6H^4 COOH CO.COOCH^3.

3° Sciences naturelles. — M. **F. Kossmat** : Etudes géologiques sur le percement du tunnel de Wochheimer.

ACADÉMIE ROYALE DES LINCEI

Séances de Février 1904.

1° Sciences mathématiques. — M. **L. Bianchi** rappelle le théorème dont il a donné la démonstration dans la séance précédente, et, dans une nouvelle Note, il établit qu'il est possible de rendre cette démonstration indépendante de la Géométrie elliptique et de présenter, sous une forme plus générale, l'équation aux dérivées partielles dont dépend le problème. — M. **A. Abetti**, à propos de la communication de M. Boccardi, sur la précision des positions des étoiles obtenues par la photographie, expose quelques considérations sur l'importance et sur l'exactitude de l'observation directe, et sur la nécessité de recourir, pour quelques étoiles, à l'observation directe au cercle méridien. — M. **G. Picciati** présente une étude théorique de l'altération produite dans le champ électromagnétique, engendré par la translation uniforme d'une charge électrique, parallèle à un plan conducteur défini, par la présence d'une mince couche d'un diélectrique solide, d'épaisseur constante, étendu sur le plan.

2° Sciences physiques. — M. **R. Magini**, dans des Notes précédentes, avait démontré que des relations déterminées existent entre les spectres ultraviolets d'absorption des isomères organiques incolores et la configuration moléculaire résultant de la position différente des groupes atomiques, et entre les mêmes spectres et la nature des liens qui réunissent ces groupes. Or, la tautomérie étant considérée comme un cas particulier de l'isomérie, M. Magini a étudié la manière de se comporter du spectre de l'éther acétacétique. Ce corps singulier présente un exemple typique de tautomérie, et il est possible d'en suivre avec une grande facilité et avec une grande précision, à l'aide de l'examen de ses spectres ultraviolets, les transformations intimes. — M. **Q. Majorana** a reconnu qu'en soufflant sur une flamme pulsante (flamme manométrique), l'on peut obtenir la reproduction des sons qui font vibrer la flamme. Le son d'un tuyau d'orgue ou d'un diapason, émis dans une chambre voisine et agissant sur une capsule manométrique réunie à la flamme à gaz, est très bien reproduit lorsque le courant d'air frappe la flamme. L'expérience réussit parfaitement avec des petites flammes, et l'on arrive à reproduire la parole articulée et à obtenir une flamme parlante. On peut même se servir d'un appareil téléphonique, et reproduire le phénomène avec une distance quelconque entre la capsule manométrique et la flamme. Il y a donc une curieuse relation entre l'expérience signalée par M. Majorana et l'arc chantant et parlant de Duddell. — MM. **F. Garelli** et **P. Falciola** étudient l'équilibre de solutions de gaz dans des liquides, en recourant à la cryoscopie, qui fournit des moyens très simples pour étudier d'importants problèmes. Les auteurs ont maintenu un solvant liquide à une température constante proche de son point de congélation, et, saturant le liquide avec un gaz, ils ont déterminé l'abaissement du point de congélation causé par le gaz dissous dans le liquide. On a encore opéré avec des solutions plus pauvres en gaz, en suivant le phénomène à différents degrés de concentration; les gaz sur lesquels on a commencé les recherches étaient le gaz sulfhydrique et l'acide carbonique.

3° Sciences naturelles. — M. **E. Repossi** donne communication des observations faites par lui sur les cristaux de zircon qui se trouvent dans la pegmatite d'Agliasca (Lac de Come). — M. **F. Millosevich** donne la description d'un minéral très rare, la *danburite*, qu'il a eu occasion de rencontrer, uni à la calcite, dans une roche serpentineuse de St Barthélemy, dans le Val d'Aoste. — M. **C. Parona** a examiné des exemplaires de *Toucasia carinata* découverts dans le calcaire de l'île de Capri; la présence de ces fossiles permet de mettre le calcaire de Capri en correspondance avec les calcaires à *facies* urgonien, caractérisés par les mêmes fossiles, de l'Italie méridionale. — M. **A. Mosso** a fait des expériences de ventilation rapide des poumons, à l'aide d'un appareil spécial qui peut fonctionner avec l'air comprimé ou raréfié. Dans une autre communication, M. Mosso propose une théorie nouvelle de la tonicité musculaire, fondée sur la double innervation des muscles striés. — M. **F. Supino** transmet à l'Académie les résultats de son étude histologique du squelette de l'*Orthagoriscus*; et il arrive à la conclusion que, dans cet animal, il y a une parfaite distinction entre le cartilage et l'os, dont la structure spéciale a été parfaitement décrite par Harting. — Mlle **A. Foà** a trouvé dans le tube intestinal d'une souris blanche une quantité énorme de petits flagellés, découverts par Grassi en 1882 et nommés par lui *Dicercomonas muris*. Mlle Foà donne une description détaillée de ces flagellés, dont elle présente les dessins et propose une classification. — M. **F. Kiesow** a exécuté sur soi-même des recherches relatives au temps simple de réaction tactile des poids; il donne des tables des valeurs obtenues en excitant la pulpe du doigt du milieu de la main gauche. — M. **G. Galeotti** a fait des recherches sur les modifications que subit le réflexe de la déglutition à 4.560 mètres sur le Mont-Rose. Ces recherches prouvant que, chez les individus qui sont en conditions normales et se trouvent à de grandes hauteurs au-dessus du niveau de la mer, les centres qui commandent le premier acte de la nutrition sont un peu modifiés dans leurs capacités fonctionnelles; en effet, ces centres se fatiguent plus vite, tandis qu'ils produisent des mouvements plus actifs des muscles de l'œsophage.

Ernesto Mancini.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

15e ANNÉE N° 8 30 AVRIL 1904

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

M. Fouqué. — M. Fouqué, qui vient de mourir subitement à l'âge de soixante-quinze ans, était né à Mortain (Manche), le 21 juin 1828. L'éminent professeur du Collège de France a contribué, dans une large mesure, aux progrès de la Géologie et de la Pétrographie. Nous voudrions rappeler ici les différentes phases et les principaux traits de sa vie scientifique, qui remplit un demi-siècle. Après avoir été élève à l'Ecole Normale Supérieure (1849), il y reste attaché comme préparateur d'Histoire naturelle durant cinq ans. C'est là que sa vocation scientifique se dessine, car il devient l'élève, puis le collaborateur, du célèbre chimiste Ch. Sainte-Claire-Deville. Les encouragements et la bienveillance qu'il rencontre vont lui permettre, en effet, de compléter les travaux d'un maître, auquel il fut toujours profondément reconnaissant.

Ch. Sainte-Claire-Deville, qui avait déjà publié des études fort curieuses sur les gaz dégagés par les volcans, profite d'une nouvelle éruption du Vésuve pour emmener son élève avec lui. M. Fouqué se passionne pour l'étude des phénomènes volcaniques, sous le double vocable de chimiste et de géologue. Il ne se contente plus, désormais, d'analyser les gaz issus des volcans; il recherche et explique leur répartition, leur manière d'être, leur *genèse*, et tire de ses observations des conclusions importantes sur la *cause des éruptions volcaniques*. C'est surtout à la suite de la Mission dont il est chargé, par l'Académie des Sciences, pour étudier l'éruption du grand volcan de l'*Etna*, qu'il met en lumière ses idées nouvelles sur les *phénomènes physiques et chimiques des éruptions volcaniques*.

Le travail qu'il publie alors, résultat d'observations faites sur place, contrôlées par des recherches de laboratoire, lui sert de thèse de doctorat. Ses conclusions sont, depuis, devenues classiques dans le monde savant. Non seulement il reconnaît l'exactitude de la classification des *fumerolles*, trouvée par Sainte-Claire-Deville, mais il établit aussi que les phénomènes éruptifs décroissent dans un ordre constant et régulier, dans le temps et dans l'espace. Il signale, en outre, le premier, dans les volcans actifs, l'existence du carbonate d'ammoniaque, du carbonate de soude et de l'hydrogène libre. Il démontre, également, l'existence de véritables flammes dans les cratères au maximum d'activité, phénomène qui, jusqu'alors, était universellement contesté par les géologues. De toutes ces données, l'auteur concluait que les réactions constatées dans les manifestations volcaniques sont la conséquence, et non la cause, de celles-ci, et, par suite, que la chaleur centrale du Globe, jointe à l'hypothèse d'une pénétration de l'eau de mer dans les profondeurs de l'écorce terrestre, suffisent pour expliquer fréquemment tous les phénomènes éruptifs.

Le jeune savant continue ses études de Géologie chimique en étudiant les mélanges gazeux des soufrières, des volcans boueux, des terrains ardents et autres évents volcaniques de l'Italie, de la Grèce et des Açores.

Désormais, sa voie est tracée. L'Académie le juge digne d'être envoyé trois fois en mission à l'Ile de Santorin, et deux fois aux Açores, où il assiste à l'éruption de Terceira.

Il rapporte de ces voyages une passion pour la Géologie et des moissons d'observations nouvelles, qui achèvent de le faire connaître. Aussi est-il bientôt chargé de la suppléance du cours d'Histoire naturelle des corps inorganiques au Collège de France, où il remplace successivement ses deux maîtres : Elie de Beaumont et Ch. Sainte-Claire-Deville. En 1877, il sera nommé définitivement titulaire, et, quatre ans plus tard (1881), membre de l'Institut.

En 1879, il fait paraître sur l'*île de Santorin* un ouvrage remarquable, qui peut servir de modèle aux géologues, car il révèle une science profonde et de rares dons d'observation.

A ces recherches *stratigraphiques* lointaines, M. Fouqué ajoute l'étude du *massif ancien du Cantal*, comparable à l'Etna comme dimensions, étude dont il est chargé par le Service de la Carte géologique de la France. Il fait connaître la véritable nature et l'ordre de succession des éruptions de ce grand volcan du Massif Central, sans se soucier des fatigues de toute nature qu'il rencontre, car il considère, « à juste titre, que les progrès de la Géologie doivent se conquérir, sur le terrain, par une exploration personnelle ». Mais il ne limite pas son champ d'action aux données immédiates de l'observation; il les complète, les développe

et leur donne un plus grand degré de certitude par le contrôle des analyses faites dans le laboratoire.

C'est dans cette troisième série de recherches que M. Fouqué a été et restera un chef d'Ecole incontesté, par les *méthodes pétrographiques* et *chimiques* nouvelles qu'il a fait connaître.

Jusque vers 1860, une partie des roches éruptives étaient considérées comme des magmas informes, des sortes de pâtes, dans lesquelles on ne distinguait que de rares cristaux. En Allemagne, Zirkel, von Lasaulx, puis Rosenbusch, en appliquant le microscope à l'examen des roches taillées en lames minces, font de l'étude des roches une science rationnelle. M. Fouqué introduit, le premier, en France ces procédés d'investigation, tout en les améliorant dans une large mesure. En taillant dans les roches des lamelles d'une minceur extrême (de 1 à $\frac{3}{100}$ de millimètre), on les rend transparentes et on peut leur appliquer l'emploi de la lumière polarisée. On aperçoit ainsi tous les éléments, tous les minéraux constitutifs, dont on peut déterminer alors la forme, les dimensions et les propriétés physiques. M. Fouqué ajoute encore le contrôle chimique à ces déterminations, en isolant et purifiant les cristaux microscopiques ; ainsi la *Pétrographie* devient une science *précise* et *exacte*, qui fournira des données précieuses aux géologues, dans l'étude des divers districts éruptifs, comme ceux du Massif Central : Mont-Dore, Cantal, Chaîne des Puys, Velay, etc., puisqu'elle montre que des laves, souvent semblables en apparence, sont parfois très différentes au point de vue physique et chimique.

Ces nouvelles doctrines sont développées, d'une façon magistrale, dans la *Minéralogie micrographique*, ouvrage qui est un modèle de clarté, et que M. Fouqué publie en collaboration avec son élève et ami M. Michel Lévy.

Les deux savants vont désormais unir leurs efforts et entreprendre une nouvelle série de travaux, travaux *de synthèse*, ceux-là, ayant pour objet la *reproduction artificielle*, par fusion ignée et recuit, d'un grand nombre de *roches* et de *minéraux*. Les nouveaux procédés de synthèse s'appliquant aux roches les plus variées, des plus anciennes aux plus récentes, on peut en conclure que la genèse des roches a été la même à toutes les époques géologiques ; en un mot, que la nature a toujours employé les mêmes moyens de reproduction.

L'Ecole française de Pétrographie, avec ses deux maîtres éminents, Fouqué et Michel Lévy, est fondée ; elle entreprend alors de classer les roches en se basant sur la *structure* et la *composition minéralogique*. Cette méthode permet, étant donnée une roche quelconque, de la nommer et de la décrire.

L'Ecole allemande, principalement représentée par M. Rosenbusch, ajoute, à la notion de structure, celle des *conditions de gisement*, à laquelle vient, plus tard, s'adjoindre la notion *chimique* : les roches étant envisagées comme des associations complexes de sels variés. De ces vues, sont sorties de brillantes et savantes discussions, sur lesquelles se greffent toute une série de questions importantes sur les *magmas éruptifs*, la *consanguinité des roches*, etc. (travaux de Brögger, en Suède ; Iddings, Washington, en Amérique, etc.)

J'ai omis, à dessein, de parler des questions qui ont été l'objet des recherches, patientes et minutieuses, de M. Fouqué, durant les quinze dernières années de sa vie. Il s'agit de la détermination des *propriétés optiques* des *feldspaths plagioclases*, détermination qui est indispensable pour l'étude des roches éruptives. C'est encore par le contrôle de la Chimie et de la Minéralogie que ce problème, des plus délicats, commencé par M. des Cloizeaux, fut résolu par M. Fouqué. Toutes les études publiées depuis, sur ce sujet, n'ont fait que confirmer les déterminations d'un savant aussi consciencieux que scrupuleux.

M. Fouqué n'était pas seulement un grand savant ; il possédait aussi, à un haut degré, les qualités de professeur : la clarté et la précision. Ceux qui, comme moi, ont eu l'honneur d'être de ses élèves, savent avec quelle simplicité, où l'élégance n'était pas exclue, avec quelle chaleur communicative il exposait les questions les plus ardues. Ce maître éminent, dont la perte laisse un grand vide dans la science, était, dans la vie privée, aussi simple que bon, aussi modeste que délicat, pour ses élèves, comme pour les siens.

Il aura eu la joie de voir, de son vivant, presque toutes ses idées confirmées et acceptées, et deux des élèves qu'il a le plus chéris, MM. Michel Lévy et Lacroix, devenus à leur tour des maîtres, qui continuent à étendre l'influence et la gloire de la science française.

Ph. Glangeaud,
Professeur adjoint à l'Université de Clermont-Ferrand.

§ 2. — Industrie

Les Musées et les Laboratoires industriels de l'Allemagne. — Le développement industriel et commercial de l'Allemagne a été raisonné, méthodique. Plusieurs des travaux publiés par la *Revue* l'ont suffisamment établi ; mais le sujet est encore loin d'être épuisé, témoin l'enquête intéressante, faite récemment par M. P. Lemoult sur les Musées industriels (*Gewerbe Museum*[1]). Ces sortes d'expositions permanentes sont formées d'une très grande variété de produits fabriqués et comprennent également les matières premières et les transformations intermédiaires. Chaque ville a sa spécialité : Francfort-sur-le-Main expose des objets d'art, médailles, bronzes, porcelaines ; Cologne, des poteries, céramiques, verreries ; Nuremberg, des moteurs à gaz et des outils pour le travail du bois, etc. Ces Musées réservent habituellement une vaste salle — placée presque toujours sur le passage des visiteurs, — aux produits nouveaux, qui ne resteront là que le temps nécessaire pour être connus du public et attirer son attention. Chacun d'eux porte son prix et le nom du fabricant ; de plus, l'objet est généralement accompagné d'une notice qui sollicite l'attention du visiteur.

Ce n'est pas dans les régions très industrielles, où l'on travaille surtout pour l'exportation, que ces maisons rendent les plus grands services ; c'est, au contraire, là où les fabriques sont disséminées que l'industriel doit rechercher les moyens de faire connaître ses produits, et, comme il vend principalement dans un rayon local qui n'est pas très étendu, ce sont les consommateurs eux-mêmes qu'il s'agit, avant tout, d'attirer et d'intéresser. L'Allemagne du Sud, région d'industries éparses, en renferme un grand nombre : entretenus avec le plus grand soin, perfectionnés sans cesse et toujours dans un but pratique, ils sont très fréquentés.

L'un des plus anciens — puisqu'il remonte à 1830 — est celui de Stuttgart, dû à l'initiative privée de la Société pour l'encouragement de l'Industrie dans le Wurtemberg. D'étape en étape, il est arrivé à occuper, depuis 1896, un véritable palais, dont le prix a dépassé trois millions de francs. Il est visité annuellement par 40 à 50.000 visiteurs et renferme des collections se rapportant aux industries les plus variées ; on y trouve des modèles en petites dimensions d'instruments aratoires, des instruments de musique, des produits de la verrerie, des moteurs électriques et des moteurs à vapeur, à gaz, à pétrole, à benzine. Chaque appareil est monté sur de petites roues qui permettent de le déplacer sur des rails, afin de l'amener près d'une fenêtre où il pourra être examiné soigneusement et même mis en mouvement si le visiteur le désire.

Citons encore une série de dispositifs destinés à protéger les ouvriers contre les accidents du travail, un musée japonais et un musée chinois, des collections de textiles, de métaux, d'applications industrielles de l'os, du cuir, du papier et du bois. Le Musée renferme enfin une Bibliothèque contenant plus de 100.000 ouvrages et

[1] *La Science au XXe siècle*, 1903, p. 217.

documents, et un laboratoire d'analyses chimiques qui a effectué, depuis sa fondation, — 1842 — 23.000 recherches industrielles. Deux ascenseurs, l'un hydraulique et l'autre électrique, assurent le service des personnes et le transport des marchandises et complètent une installation vraiment remarquable par l'esprit scientifique qui la dirige et par les résultats pratiques qu'elle a déjà donnés jusqu'ici.

Les laboratoires industriels ou instituts technico-scientifiques montrent, mieux encore peut-être, l'alliance réelle et féconde qui existe partout en Allemagne entre la science et l'industrie. Tandis que les fabricants de matières colorantes ne manquent pas de faire précéder la mise en pratique de chacune des inventions qu'ils exploitent de recherches scientifiques systématiquement dirigées, d'études et d'essais minutieux dans les laboratoires de l'Université, les fabricants de matières explosives ont fondé, près de Berlin, un établissement scientifique des plus complets.

La *Zentralstelle für wissenschaftlich-technische Untersuchungen*[1] a pour but de fournir des renseignements sur les nouveautés et les améliorations qui se produisent dans le domaine de la fabrication des matières explosives. Créée en octobre 1898, sous forme de Société à responsabilité limitée, par dix grandes fabriques d'armes, de munitions ou de dynamite, elle possède un capital de fondation qui se monte à environ 2.100.000 marks, tandis que ses dépenses annuelles oscillent entre 3 et 400.000 marks.

La *Zentralstelle* est formée d'une Section chimico-physique et d'une Section physico-métallurgique, ayant chacune à leur tête un directeur. La première Section possède des laboratoires de Chimie, où se poursuivent les analyses et les recherches théoriques, dont les résultats sont repris, au point de vue de leur réalisation industrielle, dans des bâtiments voisins spécialement aménagés à cet effet.

La seconde Section dispose d'une vaste halle destinée aux machines qu'actionne un puissant moteur à gaz. On y trouve des presses hydrauliques, des machines pour les essais de rupture, de pression et de flexion, un marteau-pilon, etc. Des ateliers renferment une petite fonderie, des laminoirs, et toute une série d'installations mécaniques auxiliaires pour l'essai des moteurs et les recherches micrographiques sur les métaux.

La *Zentralstelle* s'est surtout occupée, depuis sa fondation, du perfectionnement des méthodes pour l'essai et la conservation des poudres en usage relativement à leur durée, de l'amélioration de produits chimiques nouveaux, de l'examen de nouvelles méthodes de fabrication, d'essais d'acier destinés aux armes à feu, de la préparation et de l'essai de billes d'acier pour roulements, etc.; elle a fourni des Rapports au sujet d'installations pour la production ou la conservation des matières explosives; elle a donné son avis sur les mesures de sécurité proposées pour le transport de ces matières.

Il faut noter, enfin, que ces recherches si variées ont été entreprises par la *Zentralstelle*, aussi bien sur la demande des Ministères de la Guerre, de la Marine et du Commerce que pour le compte des fabriques qui l'ont fondée, et l'on aura une juste idée de l'importance des services rendus par cet établissement.

P. Clerget.

§ 3. — Météorologie

L'influence de la Lune sur la pluie. — A propos de la Note parue dans notre numéro du 15 février 1904 (p. 109), M. Aug. Souleyre, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées à Bône, nous écrit qu'il a mis en évidence l'influence de la déclinaison de la Lune sur la pluie en Algérie pour la période 1889-1897 dans la *Revue scientifique* du 28 octobre 1899 et dans le *Bulletin de la Société Astronomique de France* d'octobre 1899. Les lois météorologiques sont plus nettes aux bords des déserts qu'en pleins pays tempérés. Elles peuvent s'étudier en Algérie comme en Australie, comme au Turkestan, comme dans la République Argentine.

§ 4. — Physique

Quelques observations relatives aux piles à sélénium. — La question de savoir si la diminution de la résistance des piles à sélénium exposées à un éclairage plus ou moins intense est due à des processus chimiques, comme le veut M. Bidwell, paraît difficile à résoudre, le sélénium formant des composés chimiques au contact de tous les métaux et surtout lorsqu'il est chauffé. Or, les piles à sélénium sont précisément fabriquées en enroulant du fil de cuivre ou de platine sur une plaque ou sur un cylindre de matière isolante; après l'avoir enduit de sélénium, on porte le tout à la température de 200° et l'y maintient pendant cinq heures après que le sélénium a cristallisé.

Dans un travail récent[1], M. G. Berndt s'adresse à un corps qui, sans offrir une résistance électrique excessive, ne forme pas de composés chimiques avec le sélénium, à savoir le charbon. Les piles à sélénium sur charbon construites par l'auteur ne devraient pas, si la théorie de Bidwell est exacte, montrer la moindre sensibilité photoélectrique. Voici, du reste, le procédé dont se sert M. Berndt pour la fabrication de ces piles : Une plaque de verre de 5 centimètres de largeur et de 6 centimètres de longueur est recouverte de fils de charbon d'environ 4 centimètres de longueur et 0,2 millimètre de diamètre à des distances réciproques de 1,5 à 2 millimètres, de façon que le premier, le troisième, etc... fils dépassent de 1 centimètre d'un côté, et le deuxième, le quatrième, etc... fils de même de l'autre côté. Ce sont ces bouts en saillie d'un même groupe de fils de charbon que l'auteur relie entre eux avec ou sans le concours d'un métal. Après avoir ainsi préparé les plaques et après avoir bien séché celles-ci, on les enduit d'environ 1 gr. 50 de sélénium pulvérulent, qu'on répartit d'une façon uniforme, après quoi on le fond sur la plaque de verre; après avoir produit un refroidissement rapide, on provoque, par un échauffement modéré, la cristallisation du sélénium.

Or, contrairement à l'hypothèse de Bidwell, les deux piles à sélénium ainsi préparées se sont montrées sensibles à la lumière; dans toutes les deux, la résistance est, en effet, tombée d'environ 55 % après qu'on les eût exposées pendant cinq minutes à l'action d'une lampe à incandescence de seize bougies placée à 10 centimètres de distance. L'auteur démontre également l'absence de processus chimiques produits par l'éclairage et qui disparaîtraient en même temps que ce dernier. De tels processus devraient, en effet, s'accompagner d'un dégagement de chaleur positif ou négatif, et, comme le font voir des expériences spéciales, il ne s'en produit pas d'appréciable.

Après avoir ainsi démontré que la diminution de résistance sous l'action d'un éclairage n'est point due à des processus chimiques, quels qu'ils soient, l'auteur expose l'une de ses piles à sélénium à l'action de la lumière de Li, Na et Tl. La sensibilité à la lumière décroît à longueur d'onde décroissante. Quant à ce qui concerne la relation entre la sensibilité des piles et l'intensité lumineuse, la loi indiquée par M. Rosse[2], et d'après laquelle la sensibilité à la lumière serait à peu près proportionnelle à la racine carrée de l'intensité lumineuse, a été confirmée.

Les piles à sélénium sur charbon offrent, enfin, la particularité de maintenir la résistance dans l'obscurité à des valeurs constantes, abstraction faite des variations dues à la température, contrairement à ce que l'on

[1] *Bürgel's Industrie und Handels Blatt*, n° 7, 1903. Berlin.

[1] G. Berndt : *Physical Zeitschr.*, V, n° 5, p. 121-124, 1904.

[2] *Phil. Mag.*, (4), 47, 1874.

observe dans le cas des piles ordinaires sur fils métalliques.

Voici, du reste, l'hypothèse que formule l'auteur pour expliquer les phénomènes photo-électriques présentés par le sélénium : Le sélénium cristallin existerait sous deux modifications, se trouvant en équilibre dynamique, lequel serait déplacé sous l'action d'un éclairement pour se rétablir aussitôt que cesse ce dernier.

§ 5. — Zoologie

L'Océanographie et les Pêches maritimes. — La récente crise sardinière vient d'attirer l'attention sur la question des pêches maritimes. Mais, dans les milieux directement intéressés, il y a longtemps déjà que l'on se préoccupe d'un double problème : l'hypothèse de l'appauvrissement des fonds que fréquentent les poissons sédentaires, et les causes qui régissent le déplacement des poissons migrateurs[1]. Ces deux questions n'intéressent pas les mêmes populations; de plus, elles réclament des solutions différentes. Les pêcheurs d'espèces migratrices ne se plaignent pas d'une diminution des bancs, mais de leur inconstance au point de vue de l'époque et de la durée d'apparition, de la direction, etc. Ces questions si pratiques et si actuelles se présentent à un moment où l'Océanographie commence à faire parler d'elle dans les milieux savants. « Les poissons migrateurs, disait récemment le prince de Monaco, obéissent aux lois que le courant, la lumière, la température, les exigences de l'alimentation leur imposent; l'Océanographie peut seule étudier ces questions et fournir aux pêcheurs les cartes scientifiques de la surface comme du fond de la mer, grâce auxquelles ces hommes apprendront l'exercice rationnel de leur métier. » Si l'Océanographie est encore bien jeune pour fournir déjà la solution de ces importants problèmes économiques, ceux-ci ne laisseront pas d'agir heureusement sur son développement en réclamant une étude immédiate dont elle profitera la première. Et c'est précisément ce qui arrive aujourd'hui. Une Conférence internationale, provoquée par le Gouvernement suédois, pour l'exploration de la mer Glaciale, de la mer du Nord et de la Baltique, dans l'intérêt des pêcheries, s'ouvrit à Stockholm, le 15 juin 1899. Les Pays scandinaves, le Danemark, l'Allemagne, la Russie, l'Angleterre s'y étaient fait représenter. Le programme prévoyait l'examen d'une double série de recherches océanographiques et biologiques, et la création d'un Laboratoire international permanent qui permettrait d'assurer l'uniformité des méthodes et la centralisation des résultats. Une seconde Conférence, réunie en 1901, à Christiania, et à laquelle la Belgique avait adhéré, continua l'étude du programme de recherches et scinda l'organisme central en un Laboratoire, établi à Christiania, chargé de la partie hydrographique, et en un Bureau permanent, installé à Copenhague, qui conserve, en principe, la direction générale des recherches, et, pratiquement, la partie biologique du programme. Celui-ci comporte dès lors :

L'établissement de cartes indiquant la distribution de certains poissons aux diverses époques de l'année (subsidiairement des œufs, alevins ou jeunes de ces espèces);

L'étude des migrations de ces poissons par l'observation des pêches, par l'étude des races locales et de leur aire d'extension, par l'immersion de poissons marqués;

La distribution qualitative et quantitative du plankton et l'étude particulière de celui qui se trouve un peu au-dessus du fond;

La détermination des nurseries ou localités spécialement fréquentées par les jeunes de certaines espèces;

La destruction du poisson par ses ennemis naturels et par les divers engins de pêche;

L'étude de la survie des poissons chalutés;

Les essais de fécondation artificielle à bord;

L'élaboration des statistiques de pêches à terre.

La Conférence de Copenhague, en 1902, se contenta de perfectionner le programme, dont on n'avait pas encore pu commencer la réalisation. Aujourd'hui, pratiquement et financièrement, l'œuvre internationale vit; des navires construits et équipés vont poursuivre leurs observations et leurs recherches. La France, malgré les démarches de plusieurs savants, et notamment d'un éminent collaborateur de cette *Revue*, M. J. Thoulet, s'est jusqu'ici abstenue. Le fait que les principaux intérêts de nos pêcheries sont placés dans l'Atlantique et la Méditerranée ne nous semble pas une raison suffisante. Dans une conférence récente, donnée à Paris, le prince de Monaco nous reprochait, non sans raison, la froideur *officielle* que nous continuons de témoigner à l'Océanographie. L'indifférence que nous paraissons marquer à l'importante question des pêches maritimes en est une preuve de plus.

P. Clerget.

§ 6. — Physiologie

Sécrétion physiologique de la bile et du suc intestinal. — On connaît aujourd'hui, de façon satisfaisante, le mécanisme de la sécrétion physiologique du suc pancréatique. On sait que l'acide chlorhydrique du contenu gastrique, expulsé à travers le pylore dans le duodénum, agit sur la muqueuse duodénale et engendre à ses dépens une substance, la sécrétine, qui, résorbée par les vaisseaux sanguins de l'intestin et amenée au contact des cellules pancréatiques, en détermine l'activité fonctionnelle.

Un mécanisme analogue préside, au moment de la digestion intestinale, à la sécrétion de la bile et du suc entérique : de la bile, dont la présence dans l'intestin est nécessaire à la perfection de la digestion et de l'absorption des matières grasses; du suc entérique, dont la présence dans l'intestin est nécessaire pour assurer l'activité du suc pancréatique déversé.

V. Henri et Portier, en injectant dans une veine une solution de sécrétine, obtenue en traitant par l'acide chlorhydrique le produit de raclage de la muqueuse duodénale, ont observé une augmentation notable de la sécrétion biliaire[1]. Bayliss et Starling ont obtenu le même résultat, en injectant dans les veines une solution de sécrétine aussi pure que possible[2]. M. A. Falloise, assistant à l'Université de Liége, a vérifié les conclusions de ses devanciers en employant une solution de sécrétine débarrassée parfaitement d'albumoses et de sels biliaires, écartant ainsi l'objection qu'on aurait pu produire : la prétendue action de la sécrétine n'est-elle pas tout simplement due aux albumoses et aux sels biliaires qui la souillent, ces substances, et plus particulièrement les sels biliaires, étant, de façon indiscutable, de puissants agents cholagogues[3]? Enriquez et Hallion, Rutherford, Wertheimer, Fleig sont arrivés aux mêmes conclusions par des expériences variées.

Dans un travail récent[4], M. Falloise étudie avec beaucoup de soin le mécanisme de cette action cholagogue de l'acide chlorhydrique, introduit dans le duodénum.

Il démontre que l'acide chlorhydrique n'exerce son action cholagogue qu'au niveau du duodénum et de la première portion du jéjunum; introduit dans la partie terminale du jéjunum ou dans l'iléon, il est absolument inefficace. Or, on a établi, d'autre part, que ce même acide chlorhydrique ne provoque de sécrétion pancréatique que s'il est introduit dans le duodénum ou dans la première partie du jéjunum, d'une part; et, d'autre part, que la macération chlorhydrique de muqueuse

---

Cf. A. Cligny : Les Pêches maritimes. in *Revue scientifique*, 26 décembre 1903.

[1] *C. R. Soc. de Biologie*, 1902, p. 620.
[2] *J. of Physiology*, t. XXVIII, p. 325.
[3] *Bull. Acad. de Belgique*, Cl. d. Sc., 1902, p. 945.
[4] *Bull. Acad. roy. de Belgique*, Cl. d. Sc., 1903, p. 757-791.

intestinale ne possède le pouvoir de la sécrétine vis-à-vis du pancréas que si la muqueuse employée est celle du duodénum ou de la première partie de l'iléon. Il y a donc analogie parfaite entre la sécrétion pancréatique et la sécrétion biliaire.

L'action de l'acide chlorhydrique introduit dans le duodénum sur la sécrétion biliaire n'est pas instantanée : il y a une période latente, durant de trois à cinq minutes, comme il y a une période latente de même durée pour la sécrétion pancréatique produite dans les mêmes conditions.

L'accélération de la sécrétion biliaire suit, d'ailleurs, une marche parallèle à l'accélération de la sécrétion pancréatique, elle atteint son maximum (débit qui peut être quadruple du débit normal avant l'expérience) de la septième à la douzième minute après l'injection d'acide chlorhydrique; puis elle diminue progressivement jusqu'à la vingt-cinquième minute environ.

Comme la sécrétion pancréatique consécutive au passage des aliments dans le duodénum, ou à l'injection d'acide chlorhydrique dans le duodénum, la sécrétion biliaire engendrée dans les mêmes conditions est due au même mécanisme humoral. L'acide chlorhydrique engendre, aux dépens d'une prosécrétine, contenue dans la muqueuse duodénale, une sécrétine qui, résorbée par les racines du système porte, est entraînée au foie et en accélère l'activité sécrétoire, comme dans le cas de la sécrétion pancréatique. Toutefois, on ne saurait affirmer que ce mécanisme, qui est incontestablement le principal, soit unique; les expériences réalisées jusqu'à ce jour permettent de supposer qu'à ce mécanisme humoral essentiel peut s'adjoindre un mécanisme réflexe, l'acide chlorhydrique agissant comme excitant sur les terminaisons nerveuses du duodénum, pour aller provoquer, par voie réflexe, à distance, la sécrétion du pancréas et du foie.

Le suc intestinal et les macérations de muqueuse intestinale contiennent une substance, appelée entérokinase, qui possède la propriété de transformer en trypsine active la protrypsine contenue dans le suc pancréatique au moment de sa sécrétion. On sait, en effet, que le suc pancréatique, tel qu'il s'écoule du canal pancréatique, ne possède aucune propriété protéolytique et n'en acquiert que grâce à son mélange, dans le duodénum, avec le suc sécrété par les glandes de cette portion de l'intestin. Quelles sont les conditions physiologiques de la sécrétion du suc intestinal? Les auteurs, qui ont étudié cette question, n'ont pas obtenu des résultats concordants. Pour les uns, la sécrétion intestinale se produit abondante dans une anse intestinale séparée par le procédé classique de Thiry-Vella, et, par conséquent, cette sécrétion, indépendante de la présence de matières alimentaires au point considéré, résulte soit d'un mécanisme humoral comme les sécrétions pancréatiques et biliaires, soit d'un mécanisme nerveux réflexe, ayant son point d'excitation dans la muqueuse digestive et son point de terminaison dans l'ensemble des glandes intestinales. Pour les autres, — et Pawlow, l'éminent physiologiste de l'Institut impérial de Médecine expérimentale de Saint-Pétersbourg, auquel nous devons tant de résultats importants sur les sécrétions digestives, est du nombre, — pour les autres, la sécrétion du suc intestinal paraît suivre des lois très spéciales, en ce sens qu'elle serait purement locale, ne se produirait que dans le segment intestinal directement excité, et n'aurait vraisemblablement comme cause efficace que l'excitation mécanique due au contenu intestinal.

MM. C. Delezenne et A. Frouin, de l'Institut Pasteur, dans une Note communiquée à la Société de Biologie le 20 février dernier, ont fait connaître les raisons de ces divergences d'opinion, et fourni des explications très satisfaisantes sur le mécanisme physiologique de la sécrétion du suc intestinal.

Les résultats divergents des auteurs sont dus à ce que les observations n'ont pas porté sur la même région de l'intestin. En pratiquant des fistules de Thiry de 20 centimètres de longueur, soit sur la région duodénale, soit sur le milieu du jéjunum, soit sur l'iléon, MM. Delezenne et Frouin ont fait les observations suivantes :

Les fistules duodénales ont toujours, chez les huit chiens en expérience, présenté une sécrétion abondante, se manifestant de trois à sept heures après le repas; sur des chiens de 25 à 30 kilogrammes, on a pu recueillir pendant la période d'activité maxima, c'est-à-dire de la quatrième à la sixième heure, 10 à 20 centimètres cubes de suc, alors que, chez l'animal à jeun, aucune sécrétion appréciable n'est observée.

Les fistules des portions moyenne et terminale du jéjunum, par contre, n'ont jamais fourni, pendant la période d'activité digestive, que des quantités extrêmement faibles de suc, 1 à 2 centimètres cubes, tout au plus, en trois ou quatre heures.

Les fistules de l'iléon, enfin, n'ont jamais donné, dans aucune des circonstances réalisées, aucune sécrétion véritable.

Quelle est la cause de cette sécrétion duodénale? N'est-elle pas, comme les sécrétions pancréatique et biliaire, produite par un mécanisme humoral? N'est-ce pas ici encore l'acide chlorhydrique du contenu gastrique qui est la cause initiale de l'ensemble des phénomènes physiologiques qui conduisent à cette sécrétion?

En exécutant des expériences analogues à celles qui ont permis de pénétrer le mécanisme de la sécrétion pancréatique, MM. Delezenne et Frouin établissent que cette sécrétion intestinale est provoquée par l'action de l'acide chlorhydrique sur la muqueuse intestinale dans la région duodénale ou jéjunale supérieure. En effet, l'introduction d'acide chlorhydrique à 4 ‰ dans l'estomac d'un chien, à jeun, porteur d'une fistule de Thiry duodénale, détermine rapidement une abondante sécrétion duodénale. L'introduction d'acide chlorhydrique dans une anse intestinale supérieure, isolée selon la méthode de Thiry, chez un chien porteur d'une double fistule de Thiry, détermine dans la seconde fistule une sécrétion abondante (5 à 10 centimètres cubes en dix minutes, pour un fragment intestinal de 20 centimètres de longueur), pourvu que cette seconde fistule corresponde à la région duodénale.

C'est encore vraisemblablement par l'intermédiaire de la sécrétine, ou d'une sécrétine, que se produit cette sécrétion à distance; MM. Delezenne et Frouin ont constaté, en effet, que l'injection intra-veineuse de la macération acide de muqueuse intestinale (bouillie et neutralisée) détermine toujours une sécrétion plus ou moins abondante de suc duodénal. Sans nier que cette même sécrétion pourrait être également provoquée par un mécanisme réflexe, MM. Delezenne et Frouin concluent légitimement de leurs recherches que la sécrétion physiologique du suc duodénal se fait sous l'influence du même excitant que la sécrétion pancréatique et que la sécrétion biliaire : le passage du liquide acide de l'estomac dans l'intestin met en activité les trois organes glandulaires, dont les sucs sont nécessaires à la digestion intestinale.

§ 7. — Sciences médicales

Le sucre et le vin dans l'alimentation du soldat. — M. le Dr Boigey, médecin militaire, a expérimenté le sucre chez le soldat[1]. Il a fait prendre, à 20 soldats, 40 grammes de sucre par jour, pendant un mois. Ils ont gagné généralement en poids, ils ont fait un travail musculaire plus important; mais ils ont présenté une certaine tendance à la dyspepsie, explicable peut-être par le surmenage du foie chez ces gens bien nourris et, en quelque sorte, suralimentés. Pour le Dr Bienfait[2], le sucre serait plutôt profitable lorsqu'il y a défaut de nourriture ou travail exagéré. Il faudrait donc le prescrire aux soldats en campagne ou en ma-

[1] *Caducée*, 9 janvier.
[2] *Caducée*, 6 février.

nœuvres. Ces deux auteurs ont également étudié l'action du vin comme tonique; mais, tandis que M. Boigey le déclare utile et le classe au rang des substances alimentaires, M. Bienfait distingue entre l'effet utile réel, qui est bien minime, et l'agrément très appréciable qu'il y a à boire du vin et à ressentir le coup de fouet qui ne nourrit pas, mais donne une impression de vigueur.

Le Paludisme à Madagascar. — M. le Dr Laveran, dont on connaît les travaux remarquables sur le paludisme, a attiré l'attention de l'Académie de Médecine, dans la séance du 8 mars, sur la situation de notre colonie de Madagascar. Le paludisme y cause d'effroyables ravages. On sait que c'est l'Anophèle qui porte l'hématozoaire infectant; or, les Rapports des différentes stations médicales de l'île montrent que, dans les casernes, les hôpitaux et les infirmeries militaires, les Anophèles abondent. Il faut, cependant, remarquer que ces Culicides ne sont dangereux que s'ils ont absorbé l'hématozoaire en se posant sur des végétaux en décomposition; mais cette condition est parfaitement réalisée à Madagascar, où l'on entreprend la construction des routes, des ponts, des chemins de fer et l'assainissement des marécages et des rivières. Comme moyen prophylactique, il en est un, qui, d'après l'auteur, a donné d'excellents résultats en Nouvelle-Calédonie : c'est l'emploi des toiles métalliques, entourant complètement les maisons d'habitation et protégeant l'homme dès qu'il a mis pied dans la maison; ce procédé serait de beaucoup supérieur à la moustiquaire, dont l'effet est souvent illusoire et qui diminue notablement la quantité d'air nécessaire à l'hématose. Si l'on compare, en effet, la mortalité de Madagascar et celle de la Nouvelle-Calédonie, on voit qu'ici elle est de 5 %, alors que là elle atteint 33 %; de plus, dans les maisons de la Campagne romaine, où cette mesure a été prise en 1901, on n'a plus noté que 3 % des cas d'infection. M. le Dr Laveran, soucieux, à juste titre, de la santé de nos troupes, a donc fait voter par l'Académie un vœu tendant à munir les casernements et les maisons de Madagascar de ces toiles métalliques

La myosite infectieuse au Japon. — La myosite infectieuse, dont on enregistre quelques rares cas en Europe, est excessivement fréquente au Japon. Scriba, il y a quelques années, en avait publié 165 observations; MM. Ita et Simaka (de Kyoto) en ont étudié 42 cas [1].

Toutes les fois où les auteurs ont pu faire l'examen bactériologique, ils ont trouvé le staphylocoque *aureus*, et plus rarement *albus*. L'étiologie de cette infection est assez obscure, et peut-être faut-il mettre en cause l'alimentation? Quoiqu'il en soit, la myosite suppurée doit être tenue pour une staphylomycose, qui doit prendre rang à côté des myosites streptomycosiques, pneumomycosiques ou gonomycosiques, décrites par divers auteurs.

Traitement à ciel ouvert des plaies par l'exposition au soleil et par la dessiccation. — C'est M. le Dr O. Bernhard qui propose ce genre nouveau de pansement dans le *Münchener medicinische Wochenschrift*, du 5 janvier 1904. Il s'agit tout simplement d'un bain de soleil : en exposant les plaies, pendant plusieurs heures consécutives, à la lumière solaire telle quelle, l'auteur vise non seulement les propriétés bactéricides de cette lumière, mais aussi l'action de la chaleur par rayonnement. Il a eu l'idée de ce traitement en constatant que la cicatrisation des plaies évolue d'une manière particulièrement favorable chez les habitants de la Haute Engadine. Il va sans dire que cette méthode thérapeutique, avantageuse dans les pays où l'air est pur et sec, ne donnerait que des résultats médiocres là où l'air atmosphérique contient beaucoup d'impuretés ou se trouve saturé de vapeur d'eau. Quoiqu'il en soit, M. Bernhard a obtenu d'excellents résultats de son bain de soleil dans les plaies traumatiques, les brûlures, les gelures, les ulcères variqueux, les plaies de nature infectieuse et même les ulcérations tuberculeuses.

La photothérapie, par emploi des rayons chimiques concentrés, et les radiations caloriques du spectre avaient déjà été utilisées par M. Thayer dans des cas semblables, avec des résultats très appréciables.

Un nouveau procédé de traitement des affections de l'estomac. — M. le Professeur Ferrannini [1] vient d'essayer d'appliquer la cataphorèse à la thérapeutique des affections stomacales. Par le nom de cataphorèse, on désigne, comme l'on sait, le transfert du pôle positif vers le pôle négatif de substances dissoutes dans un liquide traversé par un courant galvanique. L'auteur a donc rempli l'estomac d'une solution médicamenteuse dans laquelle plongeait une sonde dont l'olive représentait l'électrode positive; le pôle négatif était figuré par une large électrode appliquée extérieurement sur l'épigastre; dans ses expériences, sur les animaux, puis sur l'homme sain, M. le Professeur Ferrannini a réussi à faire pénétrer ainsi, dans l'épaisseur des parois stomacales, les médicaments nécessaires. Fort de ces résultats, il a appliqué ce moyen de traitement à des affections gastriques rebelles et il a pu les guérir au bout de quelques jours seulement, avec des séances quotidiennes d'un quart d'heure et avec une intensité de courant qui ne dépassait pas 5 milliampères. Ces résultats sont très encourageants, car l'on sait, surtout depuis les travaux du Professeur Bouchard, qu'un médicament interne exerce une action thérapeutique d'autant plus énergique que le chemin qu'il parcourt, pour arriver au contact du foyer morbide, est moins détourné.

§ 8. — Universités et Congrès

Association des Anatomistes. — L'*Association des Anatomistes* vient de tenir à Toulouse, du 27 au 30 mars, sa sixième réunion, plus animée encore que les précédentes. Aux nombreux membres français, venant des principales Universités, s'étaient joints les Professeurs Waldeyer (Berlin), Ramon y Cajal (Madrid), Swaen (Liége), Romiti (Pise), Eternod (Genève), Bugnion (Lausanne), Van der Stricht (Gand), Stirling (Manchester), etc... L'accueil des Toulousains, présidés par le Professeur Tourneux, assisté des Professeurs Herrmann, Laulanié et Roule, a été des plus empressés et des plus cordiaux. Communications et démonstrations ont abondé.

Genève a été choisi comme siège de la prochaine réunion, au commencement d'août 1905. Grâce à une entente avec les Associations analogues allemande, anglaise, américaine et italienne, qui semblent bien disposées à siéger exceptionnellement en commun à la même date et dans la même ville, nous aurons pour la première fois un véritable *Congrès fédératif international des Anatomistes*. MM. Sabatier (Montpellier) et Bugnion (Lausanne) ont été désignés comme président et vice-président du groupe français.

L'Université de Paris en 1902-1903. — Le Conseil de l'Université de Paris a entendu, dans l'une de ses dernières séances, la lecture du Rapport annuel sur la situation des établissements de l'Université de Paris. Ce Rapport, véritable étude d'ensemble, est dû à M. Lyon-Caen, membre de l'Institut, professeur à la Faculté de Droit. Cet auteur, dans son Rapport, a réduit les renseignements statistiques au nécessaire; il a voulu, avec raison, faire une part plus large à tout ce qui peut donner une idée de l'activité des maîtres

[1] Voir leurs observations dans la *Deutsche Zeitschrift für Chirurgie*, t. LXIX, 2-4.

[1] *La Riforma medica*, 1904, 6 janvier.

et des élèves. Aussi bien, il a réussi à nous donner un tableau fidèle de la vie intérieure de l'Université de Paris. En voici, d'ailleurs, les principaux faits :

Le personnel enseignant des cinq Facultés et de l'Ecole supérieure de Pharmacie compte 246 professeurs, dont 138 professeurs titulaires. Ce chiffre ne représente pas le total des professeurs qui donnent l'enseignement supérieur à Paris, car il y a plus de 200 professeurs dans les divers établissements de l'Etat qui ont une organisation indépendante, comme le Collège de France, le Muséum d'Histoire naturelle, l'Ecole des Chartes, etc. Enfin, il faut ajouter 25 cours libres, dont l'institution, dit le rapporteur, « mérite d'être conservée à raison des services qu'on en peut espérer, plus qu'à raison de ceux qu'elle rend ou a rendus jusqu'ici ».

Le nombre des étudiants a été de 12.574, en augmentation sur le nombre de l'année précédente. Les femmes ont été au nombre de 612, dont 301 pour la Faculté des Lettres (194 étrangères). Le total des étudiants étrangers des deux sexes a été de 1.241.

Quant à l'activité scientifique des Facultés, elle est marquée par le développement continu des laboratoires et des conférences. De plus en plus, les étudiants puisent dans ce milieu des idées et des directions pour leurs recherches personnelles, spécialement pour leurs thèses de doctorat.

Les laboratoires de recherches et d'enseignement de la Faculté de Médecine sont peu fréquentés; pourtant, d'un seul d'entre eux, celui de Chimie, il n'est pas sorti moins de 58 Mémoires originaux.

La Faculté des Sciences, comme l'a fait remarquer son doyen, M. Appell, doit satisfaire à des besoins variés, auxquels correspondent des enseignements différents. Aussi il y existe : 1° un enseignement *général*, qui doit donner aux étudiants les éléments essentiels des sciences, développer en eux l'esprit scientifique et leur faire connaître les méthodes de recherches; 2° un enseignement *spécial*, en vue des applications pratiques; 3° des travaux de *recherches*. Enfin, des travaux pratiques ont été organisés en grand nombre. « Sans eux, dit M. Appell, les cours seraient très loin de produire tous leurs effets utiles, car beaucoup d'élèves sortent de la préparation au baccalauréat avec une tendance fâcheuse à se contenter d'apprendre et de répéter la parole du maître. » Les recherches scientifiques faites dans les laboratoires réunissent les professeurs, les chefs de laboratoires, les préparateurs, des aspirants au doctorat ès sciences, des savants français et étrangers; leurs résultats, dont plusieurs ont eu une influence considérable sur les progrès des sciences, ont été consignés dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* et dans des revues spéciales. Signalons, dans le Laboratoire de Physique générale, les études contradictoires effectuées par un savant américain et le préparateur du cours, et qui ont définitivement démontré l'effet magnétique de la convection électrique.

A la Faculté des Lettres existe une organisation très complète, destinée à favoriser et à diriger le travail des élèves.

A l'Observatoire de l'Université, à Nice, les opérations du calcul de la vitesse de la lumière sont achevées; le directeur a été autorisé à procéder aux études préliminaires pour calculer la vitesse du son.

A la Faculté de Médecine, il a été fondé un Institut de Médecine légale et de Psychiâtrie, destiné à donner des connaissances spéciales au médecin-légiste et à l'aliéniste.

Enfin, les services de la Chaire d'Évolution des êtres organisés avaient dû, faute de place, s'installer dans des baraquements et dans un ancien bâtiment utilisé par Soufflot lorsqu'il dirigeait la construction du Panthéon; mais, toutes ces constructions menaçant ruine, M. Nénot a dû dresser les plans d'une annexe de la Sorbonne qui les remplacerait; les dépenses sont évaluées à 250.000 francs.

M. Lyon-Caen conclut en disant que, « plus on examine ce qui se fait dans notre Université, les efforts des maîtres et des élèves, les résultats obtenus, plus on est convaincu que l'Université de Paris est un centre d'études qui, digne de la France et de sa capitale, peut rivaliser avec les Universités les plus célèbres des autres pays ».

Conseil de l'Université de Paris. — Le nouveau Conseil de l'Université de Paris, qui vient d'être élu pour trois ans, est constitué de la façon suivante :

M. Liard, vice-recteur de l'Académie, président de droit; les doyens des Facultés et le directeur de l'Ecole supérieure de Pharmacie, membres de droit; représentants élus des Facultés : Théologie protestante, MM. Bonet-Maury et Ménégoz; Droit, MM. Cauwès et Lyon-Caen; Médecine, MM. Joffroy et Pinard; Sciences, MM. Lippmann et Bonnier; Lettres, MM. Lavisse et Boutroux; Pharmacie, MM. Bouchardat et Prunier.

M. Appell, doyen de la Faculté des Sciences, a été élu vice-président par le Conseil, et M. Lavisse, secrétaire.

Agrégation de Médecine. — Le Concours d'agrégation de Médecine (section de Pathologie externe et de Médecine légale) vient de se terminer par les nominations suivantes :

Faculté de Paris : MM. P. Carnot, Claude, Balthazard, Labbé, Macaigne.

Faculté de Montpellier : M. Ardin-Delteil.

Faculté de Nancy : MM. Richon, Hoche.

Faculté de Lille : M. Ingelrans.

Faculté de Lyon : MM. Nicolas, Charvet.

Faculté de Bordeaux : MM. Verger, Abadie.

Faculté de Toulouse : MM. Cestan, Baylac.

M. P. Carnot, reçu premier, est le fils de M. A. Carnot, membre de l'Institut, directeur de l'Ecole des Mines. M. Balthazard est ancien élève de l'Ecole Polytechnique et ancien officier du Génie.

Agrégation de Pharmacie. — A la suite du dernier concours, sont nommés agrégés près les Ecoles supérieures de Pharmacie (section de Physique, Chimie et Toxicologie) des Universités suivantes :

Paris : MM. Tassilly, Physique; Guerbet, Chimie et Toxicologie.

Montpellier : M. Tarbouriech, Chimie et Toxicologie.

Nancy : M. Girardet, Chimie et Toxicologie.

Personnel universitaire. — M. Meslin, professeur de Physique à la Faculté des Sciences de Montpellier, est nommé directeur de l'Institut de Physique.

M. Haug, docteur ès-sciences, maître de conférences de Géologie à la Faculté des Sciences de Paris, est nommé professeur de Géologie à ladite Faculté.

M. Fabry, docteur ès-sciences, chargé d'un cours de Physique industrielle à la Faculté des Sciences de Marseille, est nommé professeur de Physique industrielle à la dite Faculté.

M. Verdun, chargé d'un cours de Parasitologie à la Faculté de Médecine de Lille, est nommé professeur de Zoologie médicale à la dite Faculté.

M. Fockeu, chargé d'un cours de Botanique à la Faculté de Médecine de Lille, est nommé professeur de Matière médicale et Botanique à la dite Faculté.

M. Maurel est nommé professeur de Pathologie expérimentale à la Faculté de Médecine de Toulouse.

M. Guilhem est nommé professeur de Médecine légale à la Faculté de Médecine de Toulouse.

M. Job, chargé d'un cours de Chimie à la Faculté des Sciences de Toulouse, est nommé professeur de Chimie à la dite Faculté.

M. Reclus, agrégé des Facultés de Médecine, est nommé professeur d'Opérations et Appareils à la Faculté de Médecine de Paris.

M. Pachon, agrégé près de la Faculté de Médecine de Bordeaux, est nommé maître de conférences au Laboratoire de Physiologie générale du Muséum, à l'Ecole pratique des Hautes-Études (Section des Sciences naturelles).

L'ÉTAT ACTUEL DE LA GÉODÉSIE

Les théories et les méthodes géodésiques vraiment scientifiques datent du milieu du XVIIIᵉ siècle. Elles ont pris naissance, en France, lors des mesures de la méridienne de France par les Cassini et des arcs polaires et équatoriaux par les Académiciens français; perfectionnées encore au commencement de ce siècle par Borda, Delambre, Méchain et Legendre, au moment des opérations qui ont abouti à la création du Système métrique, elles ont subi une transformation profonde, sous l'influence de la science allemande, au milieu du XIXᵉ siècle. Aujourd'hui, grâce à l'impulsion donnée par l'Association Géodésique Internationale à tous les travaux qui ont pour objet soit l'étude de la forme de la Terre, soit la constitution des réseaux de triangulation primordiaux en vue de la description géométrique des Etats, la science géodésique est en progrès incessants. Il est intéressant de marquer son étape actuelle, d'autant que des opérations importantes, et d'une ampleur que l'on n'eût osé soupçonner autrefois, sont aujourd'hui en plein cours d'exécution.

I. — Les Instruments et les Méthodes.

§ 1. — Les Mesures de Bases.

Les appareils bi-métalliques en usage depuis Borda pour la mesure des bases semblent devoir céder le pas aujourd'hui aux appareils monométalliques en métal à faible dilatation, et il se manifeste, en outre, une tendance très marquée à la substitution de fils ou de rubans aux règles massives.

Cette évolution est due à la découverte des propriétés des alliages d'acier et de nickel, qui, suivant la valeur de leur teneur en nickel, sont plus ou moins dilatables, et peuvent même ne présenter qu'une dilatation insignifiante.

Les études de ces alliages ont été poursuivies pendant plusieurs années par M. Ch. Ed. Guillaume, aujourd'hui directeur-adjoint du Bureau International des Poids et Mesures, à Sèvres. Il a reconnu que les allongements, sous l'influence de la température, de barres d'acier-nickel à 36 °/₀ de nickel sont tellement faibles que les corrections à apporter aux mesures des bases géodésiques peuvent pratiquement ne plus exiger qu'une connaissance approchée de la température. Le coefficient de dilatation d'un tel alliage n'est, en effet, entre 0° et 6°, que de $(0{,}877 + 0{,}001270)\ 10^{-7}$, en moyenne, ce qui, pour une variation de 10 degrés et une règle de 4 mètres, ne donne qu'un allongement total de 35 microns.

Les avantages qui peuvent en résulter pour les mesures des bases géodésiques sont immédiats. Jusqu'ici, en effet, quels qu'aient été les appareils employés, même les règles bimétalliques les mieux construites, et quelles qu'aient été les précautions prises, l'indétermination sur l'évaluation de la température restait toujours considérable, en raison de l'incertitude où l'on était sur la façon dont les règles suivent les variations de la température ambiante.

Avec le métal invar (nom qui a été donné à l'alliage de 64 °/₀ d'acier et de 36 °/₀ de nickel), au contraire, il est possible d'employer des appareils monométalliques simples et peu coûteux, en

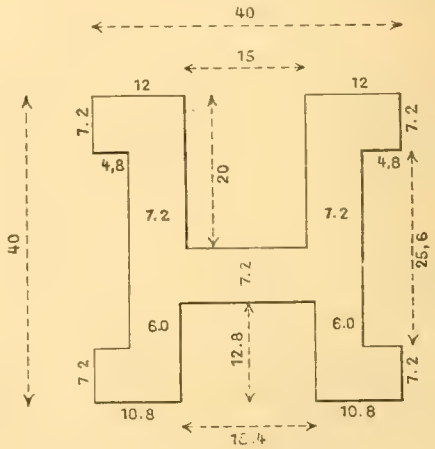


Fig. 1. — *Section du type de règle-étalon en métal invar construit pour le Service Géographique français.*

se contentant, pour l'évaluation des températures, des indications d'un thermomètre à mercure.

Différents services géodésiques, et en particulier le Service Géographique français, ont donné mission au Bureau International des Poids et Mesures de faire construire pour leurs besoins des étalons géodésiques de 4 mètres en métal invar.

Le type auquel on s'est arrêté (fig. 1) est celui d'une règle à section en H, avec talons, inscrite dans un carré de 4 centimètres de côté. La règle pèse 26 kilogs et, portée sur les points de flexion minima, prend une courbure dont la flèche totale est de $0^{mm}6$. Le tracé des divisions aux deux bouts est fait sur le plan des fibres neutres, mis à nu sur toute la longueur de la règle, et consiste en trois millimètres à chaque extrémité, dont celui du milieu est subdivisé en dixièmes; deux traits longitudinaux les recoupent et marquent l'axe de la règle; les mètres intermédiaires sont marqués chacun par un seul trait, qui sert pour l'étalonnage.

La règle est renfermée dans une boîte en aluminium, dont le couvercle porte aux extrémités deux trappes qui peuvent se rabattre en mettant à découvert les traits extrêmes. La fiole du niveau est à compensation, de façon à pouvoir faire varier à volonté la longueur de la bulle; les thermomètres à mercure ont leur réservoir entièrement noyé dans une pièce d'aluminium descendue dans le creux de la règle. L'ensemble de tout l'appareil pèse 55 kilogs, poids notablement inférieur à celui de la plupart des anciennes règles géodésiques toutes nues et sans aucune protection. C'est à ce type ou à un type analogue que se rapporteront maintenant toutes les règles employées à la mesure des bases.

Mais, quelque allégées et simplifiées qu'elles soient, les règles demeurent toujours lourdes et d'un transport délicat et difficile. Un savant suédois, M. Jäderin, a introduit depuis une quinzaine d'années dans la pratique de la Géodésie des fils métalliques tendus sous un effort constant; ces appareils présentent l'avantage d'être peu encombrants, simples et susceptibles d'être employés dans des terrains à peu près quelconques.

L'appareil Jäderin primitif consistait essentiellement en deux fils de 24 mètres, l'un d'acier et l'autre de laiton, terminés à chacune de leurs extrémités par des réglettes divisées, que l'on tendait à bras au moyen de dynamomètres, sous un effort constant de dix kilogs, au-dessus de trépieds-repères rigoureusement alignés dans le plan de la base. Un nivellement spécial donnait l'inclinaison de chaque portée et permettait de faire la réduction à l'horizontale. En mesurant chaque intervalle successivement avec le fil d'acier et le fil de laiton, on déterminait la longueur de la base comme avec une règle bimétallique; on pouvait également employer chaque fil séparément et prendre à chaque portée la température au moyen de thermomètres à mercure.

Fig. 2. — *Appareil Jäderin replié.*

Destiné tout d'abord aux opérations géodésiques rapides, et principalement aux opérations coloniales, l'appareil Jäderin a reçu des perfectionnements multiples (fig. 2 et 3), et l'utilisation du métal invar l'a rendu propre aux mesures de bases de

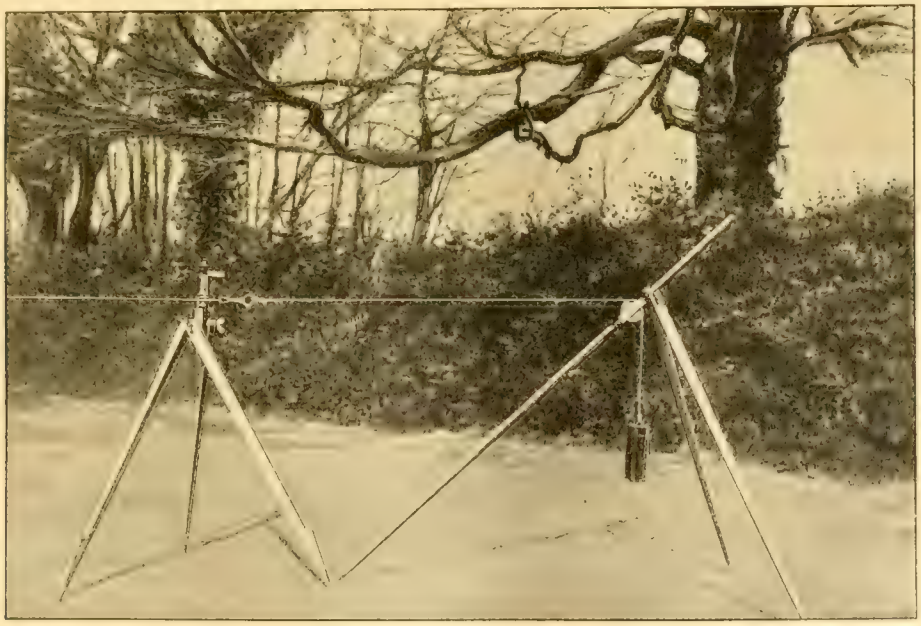


Fig. 3. — *Appareil Jäderin en place pour une opération géodésique.*

haute précision. Le Bureau International des Poids et Mesures a entrepris, à ce sujet, des études qui l'ont amené à créer un type d'appareil nouveau ; en même temps, le Bureau faisait des recherches sur la limite de précision que les fils permettent d'atteindre et sur leur degré d'invariabilité, soit sous la simple action du temps, soit par l'effet des manipulations auxquelles ils sont soumis lors de leur emploi.

Au nombre des perfectionnements apportés à l'appareil, il faut citer tout particulièrement la substitution de poids tenseurs, montés sur des chevalets (fig. 3), aux anciens dynamomètres, ainsi que la modification apportée aux réglettes terminales, dont la division est actuellement tracée dans le prolongement même du fil. Ces réglettes, qui étaient autrefois en laiton, sont, de plus, construites maintenant en métal invar comme le fil lui-même (fig. 4).

Les résultats acquis sont aujourd'hui de nature à dissiper les craintes que l'on avait conçues concernant les fils d'invar, desquels on pouvait très

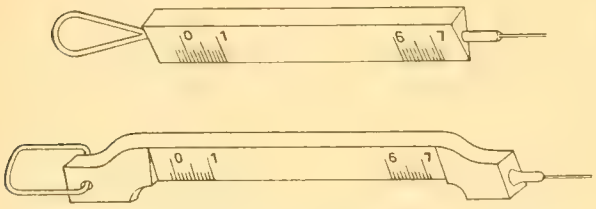


Fig. 4. — *Réglettes terminales ancienne et modifiée, de l'appareil Jäderin.*

légitimement penser que la précieuse propriété qu'ils possèdent de se dilater très peu devait être contrebalancée par quelque défaut caché, et surtout par une très grande tendance à se déformer sous l'action du temps ou par toute autre cause de variation[1].

Les études faites à Breteuil ont montré que, lorsque les fils sont conservés sans subir aucune manipulation, leur longueur se maintient constante d'une façon remarquable, et que l'enroulage et le déroulage, opérations fréquentes et inévitables, n'occasionnent que très exceptionnellement des variations atteignant les erreurs possibles des mesures faites dans de bonnes conditions.

Les opérations exécutées jusqu'ici en employant concurremment des fils et des règles montrent, d'une façon caractéristique, que les fils en métal invar donnent, dans la mesure des bases géodésiques, une précision au moins égale, sinon supérieure, à celle de la mesure des angles. L'usage s'en répand de plus en plus, en raison surtout de la facilité qu'ils procurent de mesurer des bases très longues sans préparation préalable du terrain ; on arrivera ainsi à la mesure directe d'un grand côté de triangulation, ce qui permettra de s'affranchir du rattachement de la base au réseau par un agrandissement sucessif des triangles, opération qui, bien souvent, fait perdre tout le bénéfice de la précision de la mesure directe de la base.

Au lieu de fils, il est également possible d'employer des rubans ; les Américains ont adopté cette solution dès 1892. Les rubans dont ils se sont servi à cette époque étaient en acier, tendus sous 15 kilogs au moyen d'un appareil spécial, et l'on observait directement la température au moyen de thermomètres. L'introduction du métal invar rendra là encore les plus grands services, et peut-être en arrivera-t-on à des mesures par des rubans soutenus sur toute leur longueur, de façon à supprimer la forme en chaînette des fils ou rubans tendus, que plusieurs géodésiens considèrent comme pouvant introduire des erreurs, si les conditions de tension et d'état du fil changent tant soit peu.

Les dernières mesures de bases exécutées récemment par les Américains donnent la physionomie actuelle de ces opérations, et font ressortir les principes que les expériences antérieures ont fait adopter aujourd'hui ; ils peuvent se résumer comme il suit :

On admet tout d'abord qu'il faut renoncer aux appareils anciens, dits de haute précision, qui sont lourds et de manipulation difficile, pour employer les appareils nouveaux, pourvu que ceux-ci soient susceptibles d'assurer la précision du 1/500.000^e, qui sera suffisante tant que l'on n'aura pas fait progresser parallèlement la précision des mesures d'angles ; une précision supérieure dans la mesure de la base serait, en effet, perdue dans l'opération du rattachement au réseau. Comme corollaire de ce premier principe, il est de toute nécessité de chercher à avoir la meilleure figure possible pour le rattachement, quitte à mesurer au besoin une base en terrain difficile, si cela est nécessaire.

On a reconnu, en second lieu, que, pour faire le travail dans le moins de temps et avec le plus d'économie possible, il y avait intérêt à arrêter, dès le début des opérations de triangulation, les emplacements de toutes les bases, de façon à pouvoir les mesurer toutes en une seule campagne et avec une seule équipe.

Enfin, l'on ne doit pas perdre de vue que les mesures de bases faites avec un seul appareil, ou des appareils d'un type uniforme, cachent toutes les erreurs pouvant provenir de l'équation absolue de ce type d'appareils, de même que les étalonnages faits dans les laboratoires sont illusoires et peuvent ne pas donner du tout les valeurs néces-

[1] Rapport de MM. Benoit et Guillaume, directeur et directeur-adjoint du Bureau International des Poids et Mesures.

saires pour l'emploi des appareils sur le terrain; il n'y a d'exception que lorsque l'on emploie la règle dans la glace fondante, aussi bien lors de l'étalonnage que dans la mesure elle-même.

Partant de là, les mesures américaines ont été faites d'après le programme suivant :

Les neuf bases que le *Coast and Geodetic Survey* avait à mesurer en 1900, le long du grand arc de méridien transcontinental qui suit le 98ᵉ degré, ont été mesurées en une seule campagne de six mois. On s'est servi, pour les mesures, de cinq appareils différents : la règle bimétallique d'Eimbeck, en acier et laiton, deux rubans d'acier de cinquante mètres, et deux rubans d'acier de cent mètres. Chaque base a été divisée en cinq segments, et chacun d'eux a été mesuré à l'aller et au retour avec un instrument.

Les appareils ont été étalonnés sur le terrain, avant et après chaque mesure de base, dans des conditions se rapprochant autant que possible de celles de la mesure proprement dite. On a employé comme étalon la règle de cinq mètres qui a servi autrefois aux mesures de bases dans la glace fondante.

Enfin, sur chaque base, un kilomètre, dit kilomètre-témoin, a été mesuré au moyen des cinq appareils, ce qui a permis de connaître leurs équations relatives. L'erreur probable maxima atteint $\frac{1}{690.000}$, l'erreur probable minima $\frac{1}{1.200.000}$. Ces erreurs ont été calculées au moyen des résidus provenant des différences entre les mesures des diverses sections par les différents appareils, résultats évidemment plus précis que ceux que l'on obtient d'habitude par les résidus provenant des différences entre des mesures faites en se servant d'un appareil unique. La simplicité des appareils employés a permis de faire toutes les mesures avec cinq opérateurs et cinq adjoints seulement; la base la plus courte a 6 kilomètres, la plus longue 13, et la longueur totale des 9 bases, qui sont réparties sur 1.400 kilomètres de distance, est de 69 kilomètres 200. Malgré cela, les frais totaux de l'opération, y compris les transports, les étalonnages et les émoluments de tout le personnel, ne se sont élevés qu'à 1.231 dollars, soit 160 dollars environ par kilomètre.

§ 2. — Les Mesures d'Angles.

Les instruments employés aux mesures d'angles ont subi peu de modifications depuis une vingtaine d'années. Le cercle azimutal réitérateur construit par Brünner reste l'un des types les plus parfaits de ce genre d'instruments, lesquels semblent, dans l'état actuel de la science et de l'industrie, avoir atteint toute la perfection dont ils sont susceptibles.

Par contre, on a remplacé dans certains pays, notamment en Allemagne et en France, la méthode d'observation par tours d'horizon par une méthode différente, celle de la mesure directe des angles formés en chaque station par les directions qui y aboutissent, en combinant celles-ci de toutes les manières possibles. En une station S (fig. 5), par exemple, à 6 directions, on observera les angles :

1,2	2,3	3,4	4,5	5,6
1,3	2,4	3,5	4,6	
1,4	2,5	3,6		
1,5	2,6			
1,6				

Les considérations qui ont fait adopter cette nouvelle méthode, dont le promoteur a été le général Schreiber, chef de la Section trigonométrique du Service de la Carte en Allemagne, sont les suivantes :

La méthode par tours d'horizon répond à toutes

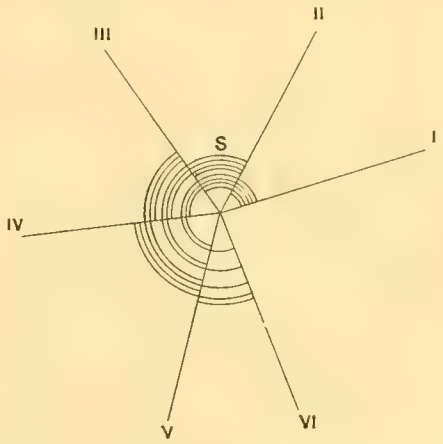


Fig. 5. — *Nouvelle méthode de mesure des angles.*

les conditions théoriques, lorsqu'il est possible de faire des tours d'horizon complets, dans des conditions identiques et sur des supports invariables; elle a alors l'avantage d'être simple et rapide.

Mais il arrive, pour ainsi dire constamment, que les séries sont incomplètes, car, en raison des variations dans l'éclairement, il y a presque toujours un certain nombre de signaux mal éclairés ou invisibles. On est donc obligé, pour obtenir les différentes directions avec le nombre voulu de séries, de reconstituer celles qui, faites à une même origine, ne comprennent pas tout le tour d'horizon, en groupant entre elles des observations exécutées dans des conditions différentes. L'homogénéité n'existe plus, dès lors, et les principes sur lesquels est basée la méthode disparaissent; celle-ci cesse d'être rationnelle.

Le temps nécessaire aux observations augmente considérablement avec le nombre de séries par-

tielles faites à une même origine. On perd aussi beaucoup de temps lorsque, dans l'exécution même d'un tour d'horizon, l'un des signaux est momentanément mal éclairé ou inobservable et que l'on ne veut pas interrompre la série commencée.

Enfin, dans le cas où l'on opère en pays de plaine ou dans des régions boisées, cas fréquent dans nos pays et qui force souvent d'installer le cercle azimutal à une grande hauteur au-dessus du sol, sur des pylônes en briques ou en charpentes toujours plus ou moins instables, les séries les plus courtes sont évidemment les moins sujettes aux erreurs provenant du manque de stabilité de l'instrument.

La méthode de mesure directe des angles dans toutes leurs combinaisons permet de réaliser entièrement ce dernier desideratum et d'éviter les inconvénients que l'on vient de signaler. Les séries n'y comportent jamais que deux directions; elles sont donc réduites au minimum; les angles étant indépendants, il est à peu près possible de travailler constamment en utilisant à chaque mesure les signaux visibles ou convenablement éclairés, et l'on peut, en outre, profiter des instants favorables, même s'ils sont de courte durée, pour mesurer les angles formés par les directions les moins bien partagées au point de vue de la visibilité. Enfin, aucune direction n'est favorisée, et l'ensemble de la station présente une symétrie parfaite.

On applique également ici la méthode de la réitération, et les diverses mesures d'un même angle AB sont faites à des origines différentes, convenablement réparties sur le cercle de façon à éliminer les erreurs de division.

Cette méthode est appliquée en Allemagne pour toutes les opérations primordiales; en France, on l'a étendue même aux opérations de second ordre entreprises en vue de la réfection du Cadastre.

§ 3. — Les Études des déviations de la verticale.

Les opérations géodésiques du XVIIIᵉ siècle avaient pour but de rechercher si réellement la forme de la surface de la Terre diffère de celle d'une sphère; les travaux de la première moitié du XIXᵉ siècle ont été consacrés à la détermination de l'aplatissement de l'ellipsoïde terrestre; aujourd'hui, tout en cherchant encore à améliorer, dans la mesure du possible, les valeurs obtenues antérieurement, l'on a été conduit, par l'état d'avancement même de la question, à serrer de plus près l'étude des formes particulières du géoïde dans les diverses régions, et l'extension des études sur les déviations de la verticale est une des caractéristiques de la science géodésique actuelle.

L'exemple, dans cette voie, a été donné par les Américains, qui déterminent, à presque tous les sommets de leurs triangulations primordiales, la latitude et un azimut astronomique, ou, quand la chose est possible, une différence de longitude avec un point-origine. La comparaison des éléments géodésiques et astronomiques donne, comme on le sait, les déviations, dans le sens Nord-Sud et dans le sens Est-Ouest, de la verticale vraie par rapport à la normale à la surface de référence adoptée comme s'identifiant le mieux avec la forme extérieure de la Terre dans la région considérée.

De nombreux travaux ont été également entrepris récemment dans cet ordre d'idées en Allemagne, où l'on fait ce que l'on pourrait appeler des monographies de régions particulières; la France a commencé des études analogues en Algérie et sur la méridienne de Paris, et l'un des plus importants travaux permanents du Bureau Central de l'Association Géodésique Internationale est l'étude de la forme du géoïde au moyen de l'ensemble de ces diverses observations que l'on poursuit d'année en année.

Il est intéressant de jeter un coup d'œil sur les résultats qu'ont obtenus les Américains dans leur étude générale.

Les déterminations astronomiques ont été faites jusqu'ici en 246 stations géodésiques; les coordonnées calculées l'ont été sur l'ellipsoïde de Clarke de 1886, pris comme surface de référence $\left(a=6.378.206,4\,;\, b=6.356.583,8\,;\, \frac{a-b}{a}=\frac{1}{294,97}\right)$, et en partant de celles d'un point-origine (Meades Ranch, Kansas) pour lequel on peut conjecturer que la déviation de la verticale est nulle. Les valeurs extrêmes des déviations de la verticale observées varient de $+11''29$ à $-18''38$ dans le sens du méridien et de $+14''30$ à $-24''06$ dans le sens perpendiculaire.

Elles ont une tendance marquée à indiquer un défaut de masse dans les Océans, tant sur le versant du Pacifique que sur celui de l'Atlantique, et un excès de masse sur le Continent. Elles montrent également, quoique d'une façon moins nettement marquée, des déviations régionales s'étendant sur des surfaces considérables et qui paraissent dues aux accidents topographiques importants.

Ces résultats ont été traduits graphiquement au *Coast and Geodetic Survey*, qui a pu ainsi publier une carte portant les courbes d'altitudes du géoïde par rapport à l'ellipsoïde de référence.

§ 4. — Les Déterminations de l'intensité de la pesanteur.

Les déterminations d'intensité de la pesanteur sont le complément obligé des études sur les dévia-

tions de la verticale ; elles ont pris, depuis une trentaine d'années, une grande extension. On sait qu'elles se font d'ordinaire, et l'on pourrait même dire exclusivement, par l'observation de la durée des oscillations d'un pendule d'expérience, de longueur bien déterminée, pour les observations absolues, ou d'un pendule invariable pour les observations relatives. Des progrès considérables ont été réalisés depuis un demi-siècle, et les appareils bien connus de Sterneck, de Defforges, de Stückrath et d'autres encore, donnent les meilleurs résultats pratiques.

Le principe même de la méthode des oscillations avait rendu impossibles jusqu'ici les déterminations en plein Océan ; la seule opération qui avait pu être faite au large, jusqu'en 1900, était celle de Nansen, sur l'Océan glacial gelé.

Un pas considérable vient d'être franchi tout récemment. M. le Dᵉ Hecker, reprenant les idées émises par le savant suédois M. Mohn, a imaginé de déterminer g en mer par la comparaison des valeurs de la pression atmosphérique exprimées simultanément au moyen d'un baromètre à mercure et d'un hypsomètre (fig. 6).

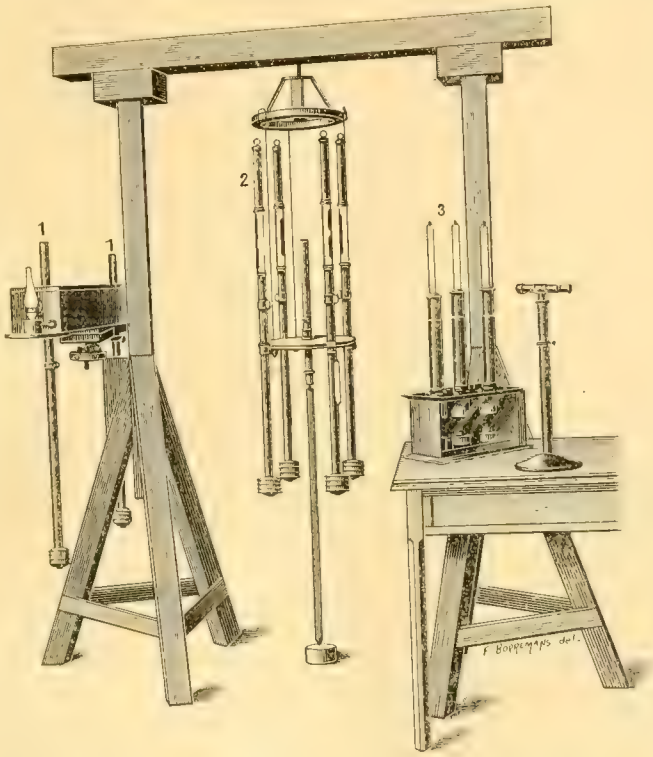


Fig. 6. — *Appareil de M. Hecker pour la mesure de l'intensité de la pesanteur en pleine mer par la comparaison des indications du baromètre* (1 et 2) *et de l'hypsomètre* (3).

En raison de la variation de la pesanteur aux différents lieux du Globe, si, à une pression atmosphérique donnée, correspond, en un lieu de latitude φ et d'altitude h, une hauteur barométrique B_h^{φ} (toutes corrections de température et de capillarité faites), il correspondra pour la même pression, à la latitude 45° et à l'altitude 0, une hauteur barométrique B_0^{45}, liée à la première par la relation :

$$B_h^{\varphi} g_h^{\varphi} = B_0^{45} g_0^{45}.$$

Si l'on observe simultanément la pression atmosphérique au lieu (h, φ) au moyen du baromètre et de l'hypsomètre, ce dernier instrument donnera la hauteur barométrique qui correspondrait à la première au lieu (0,45°), puisque c'est ainsi que sont calculées les tables donnant les pressions qui correspondent aux indications du thermomètre hypsométrique.

On pourra donc obtenir $g_0^{45} - g^{h\varphi}$:

$$g_0^{45} - g_h^{\varphi} = g_0^{45} \frac{B_h^{\varphi} - B_0^{45}}{B_h^{\varphi}}.$$

La comparaison de la correction de l'intensité de la pesanteur ainsi observée à la valeur de cette même correction calculée pour la latitude d'après la formule de M. Helmert, par exemple :

$$C = -0{,}002644\ B^{h\varphi} \cos 2\varphi,$$

permettra d'étudier les anomalies que présente la pesanteur observée par rapport à la pesanteur calculée par la formule de Clairaut.

M. Hecker a fait un premier voyage d'expériences sur la ligne de paquebots Hambourg, Lisbonne, Rio-de-Janeiro, choisie en raison de ce que la mer est fort tranquille sur ce trajet pendant les mois de juillet et d'août. Au cours du voyage, les observations ont été rattachées aux stations pendulaires déjà existantes de Rio-de-Janeiro et de Lisbonne, où M. Hecker a déterminé g par la méthode ordinaire, au moyen d'un pendule de Stückrath.

La discussion générale de l'ensemble des observations de ce premier voyage a donné, comme valeurs des anomalies de l'intensité de la pesanteur, des résultats qui permettent d'affirmer, dès maintenant, que les travaux du Dᵉ Hecker paraissent devoir vérifier l'hypothèse de la répartition isostatique des masses, émise par l'archidiacre Pratt.

Il semble, en effet, résulter des observations faites que la pesanteur en eau profonde sur l'Océan Atlantique, entre Lisbonne et Bahia, a une valeur presque normale, correspondant en moyenne à celle donnée par la formule de M. Helmert pour les continents.

Depuis, M. Hecker est reparti pour un second voyage dans le Pacifique, voyage exécuté, comme

le premier, sur les crédits dont dispose l'Association Géodésique Internationale.

§ 5. — **Les Nivellements de précision.**

Les nivellements géométriques ont acquis aujourd'hui toute la précision dont ils sont capables dans l'état actuel de la science; les perfectionnements de détail que l'on y apporte chaque année ne changent pas la méthode, et ne modifient pas profondément les instruments. Le type de ces opérations restera vraisemblablement longtemps encore le nouveau nivellement général de la France, qui se poursuit sous la direction de M. l'Ingénieur en chef des Mines Lallemand.

II. — Les grandes opérations géodésiques actuelles.

Plusieurs grands Etats ont entrepris actuellement, sous l'impulsion de l'Association Géodésique Internationale, de nouvelles mesures d'arcs de méridien en vue de déterminer, avec toutes les garanties que présente la science moderne, les éléments moyens de l'ellipsoïde terrestre.

Indépendamment des grands arcs mesurés aux Etats-Unis, dont il a déjà été fait mention, une Mission Russo-Suédoise vient de terminer la mesure d'un arc polaire de 4°,5 au Spitzberg, après plus de quatre années de travaux; une Mission française exécute actuellement, à la République de l'Equateur, la mesure d'un arc équatorial de 6°; enfin, les Anglais ont entrepris en 1899 et continuent la triangulation d'un arc allant du Cap à Alexandrie, qui embrassera ainsi 65° environ, et sera le plus considérable dont la mesure aura été effectuée à l'époque actuelle.

Il aura l'avantage de s'étendre à peu près symétriquement de 30° environ de part et d'autre de l'équateur.

§ 1. — **Arc du Spitzberg.**

La chaîne méridienne du Spitzberg s'étend sur 4°,5 d'amplitude entre les parallèles de 76° et de 80°,5. Commencée en 1899 par deux Missions, l'une Russe et l'autre Suédoise, qui se sont divisé le travail, elle a été terminée tout récemment. Les difficultés ont été grandes et la triangulation a rencontré de sérieux obstacles : au Nord en raison de la difficulté d'installer les stations, au Sud en raison de la largeur du Storefjord, bras de mer qui séparait les deux côtés de la chaîne et qui a nécessité l'emploi de triangles de 100 kilomètres de côté. Les bases ont été mesurées pendant l'été de 1902, dont la longue durée a été favorable. On s'est servi de fils Jäderin qui ont été étalonnés sur place au moyen d'une règle de fer étalon, laquelle a été récemment redéterminée au Bureau International des Poids et Mesures.

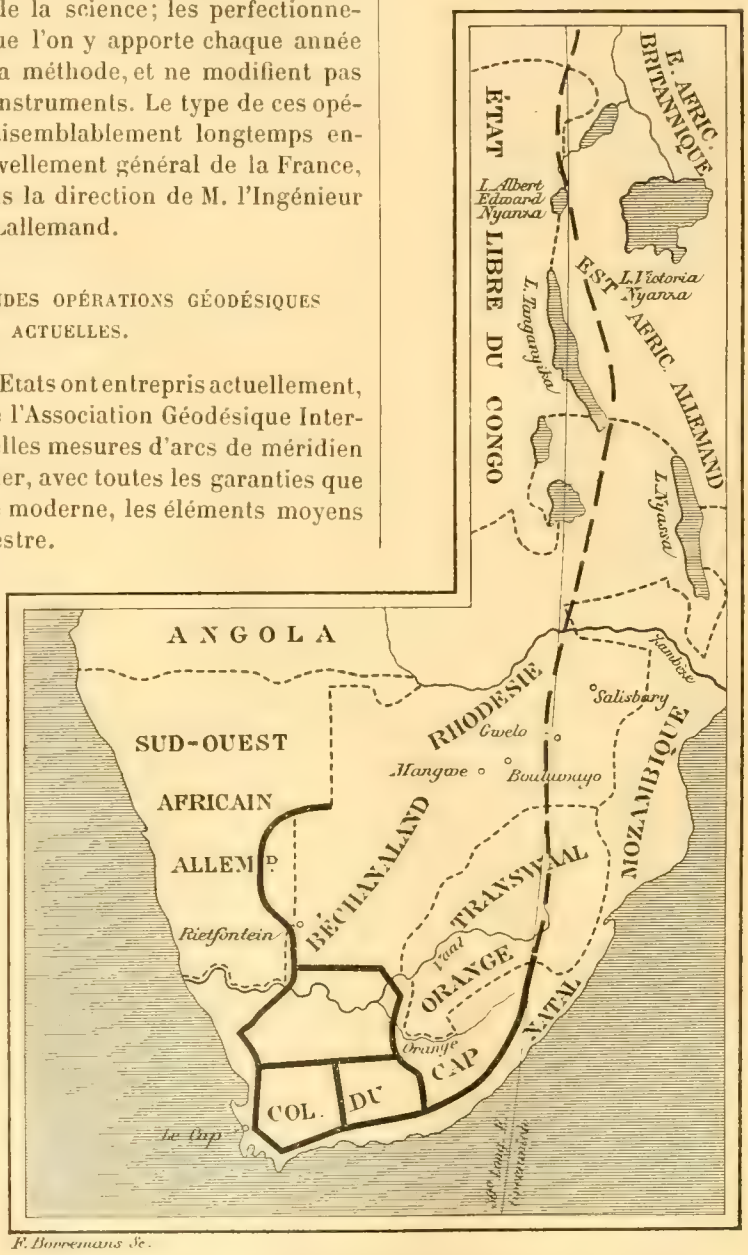


Fig. 7. — *Opérations de triangulation de l'arc du Cap au Caire.*

En outre de la triangulation proprement dite et de la mesure des positions astronomiques fondamentales, on a mesuré 12 latitudes complémentaires, et l'on a déterminé l'intensité de la pesanteur en cinq stations différentes, au moyen du pendule. Ces dernières observations ont été difficiles à réaliser dans de bonnes conditions, en raison des mouvements propres de la glace

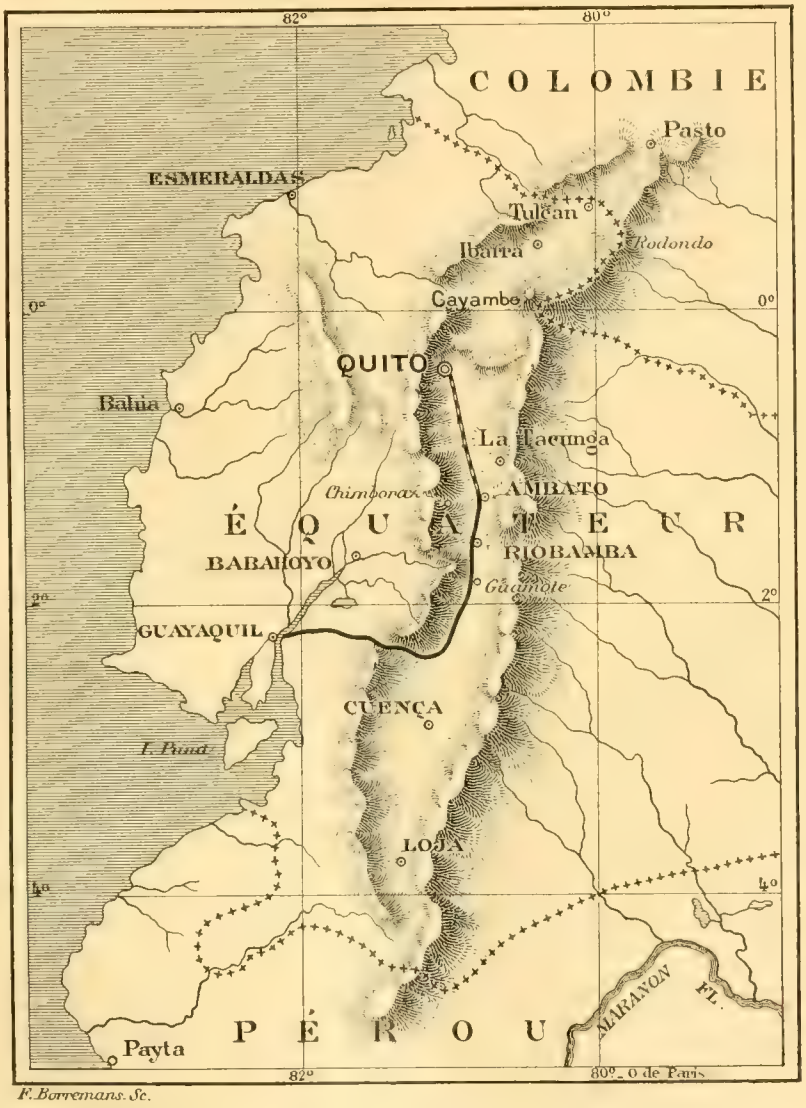
sur laquelle on était obligé d'installer les appareils.

Malgré ces difficultés, malgré le froid et les rigueurs des longs hivernages, les savants Russes et Suédois sont parvenus, grâce à leur admirable persévérance, à mener l'œuvre à bonne fin [1].

§ 2. — **Arc Africain.**

Le travail gigantesque commencé en Afrique, qui doit livrer à la science un arc de 65° d'amplitude, avance petit à petit malgré les difficultés qu'une œuvre aussi vaste doit fatalement rencontrer, surtout à ses débuts.

La chaîne méridienne suit le 30ᵉ degré de longitude à l'Est du méridien de Greenwich; de plus, dans la Colonie du Cap, un autre arc déjà mesuré, et doublant le précédent, s'étend le long du 20ᵉ degré de longitude, depuis le Cap Aguilhas, pointe méridionale de l'Afrique, jusqu'au 22ᵉ degré de latitude sud; il sera relié à celui du 30ᵉ degré de longitude (fig. 7).



F. Borremans. Sc.

Fig. 8. — *Régions où se poursuivent les mesures de l'arc de l'Équateur.*

La triangulation du sud, le long du méridien de 30°, est terminée jusqu'à la frontière du Transvaal, soit jusqu'au 28ᵉ degré de latitude sud.

Il a été, comme bien l'on pense, impossible jusqu'à présent de faire quoique ce soit au travers du pays Boer; mais, actuellement, il est question d'y commencer une reconnaissance qui, au point de vue géodésique, ne paraît pas devoir présenter de grosses difficultés.

En Rhodésie, du 22ᵉ au 16ᵉ degré de latitude, le travail a été entrepris, sur l'initiative de la Chartered Company, par le *Geodetic Survey of Rhodesia;* mais les travaux de mesures d'angles, qui étaient déjà commencés en 1900, ne paraissent pas avoir beaucoup progressé; néanmoins, la chaîne a été reconnue jusqu'à la frontière nord, c'est-à-dire jusqu'au Zambèze, et les opérations sont en cours d'exécution dans la partie sud. Les difficultés à vaincre dans cette portion de la chaîne sont très grandes : le climat y est très malsain; il y règne de nombreuses maladies et des fièvres dangereuses; la main-d'œuvre indigène indispensable est difficile à se procurer, et l'état des chemins ou des pistes ne permet, cependant, de faire les transports qu'au moyen de bœufs ou à dos d'homme; les observations sont très souvent gênées et même arrêtées par les fumées produites par les feux de brousse allumés par les indigènes; enfin, les saisons des pluies, qui ont une durée de plus de quatre mois chaque année, arrêtent périodiquement les travaux.

Du Zambèze au Lac Tanganyika, on a fait l'exploration de la région, qui s'étend sur 7° de latitude. A partir du Lac Tanganyika, le 30ᵉ degré de longitude suit en gros la frontière entre l'Est Africain Allemand et l'Etat libre du Congo, et traverse tantôt l'un, tantôt l'autre de ces Etats. Il est donc

[1] Voir A. Hansky : La mesure d'un arc de méridien au Spitzberg, dans la *Revue* des 15 et 30 décembre 1902.

nécessaire qu'un accord intervienne entre l'Allemagne et l'Etat libre au sujet des travaux à entreprendre. Il n'y a rien de fait encore, en tant que reconnaissance dans cette région ; mais le Gouvernement allemand a demandé à l'Académie des Sciences de Berlin un Rapport au sujet des travaux à entreprendre, et il est probable que, d'ici peu, un officier va être chargé de diriger une première reconnaissance de la chaîne dans l'Est Africain Allemand.

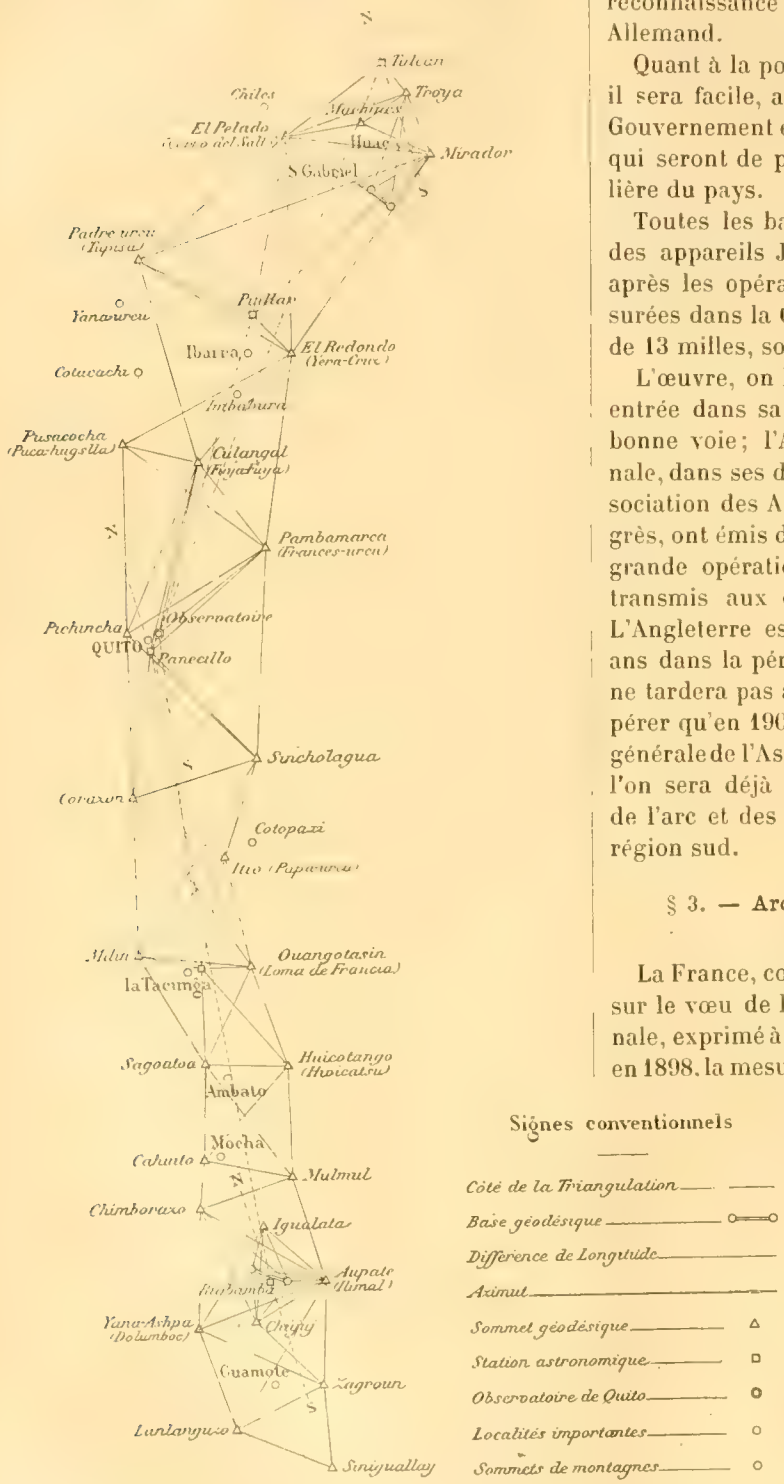


Fig. 9. — *Réseau nord de la triangulation de l'Arc de l'Équateur.*

Quant à la portion de l'arc qui traverse l'Egypte, il sera facile, au moment opportun, de décider le Gouvernement égyptien à entreprendre les travaux, qui seront de première utilité pour la carte régulière du pays.

Toutes les bases du Sud ont été mesurées avec des appareils Jäderin étalonnés au Cap avant et après les opérations. L'ensemble des bases mesurées dans la Colonie du Cap couvre une longueur de 13 milles, soit 21 kilomètres environ.

L'œuvre, on le voit, quoique n'étant pas encore entrée dans sa pleine période d'exécution, est en bonne voie ; l'Association Géodésique Internationale, dans ses dernières réunions plénières, et l'Association des Académies, lors de son dernier Congrès, ont émis des vœux pour la réalisation de cette grande opération scientifique, vœux qui ont été transmis aux divers Gouvernements intéressés. L'Angleterre est entrée franchement depuis trois ans dans la période des observations ; l'Allemagne ne tardera pas à la suivre, et l'on est en droit d'espérer qu'en 1906, date de la prochaine Conférence générale de l'Association Géodésique Internationale, l'on sera déjà en possession d'une notable partie de l'arc et des premiers résultats obtenus dans la région sud.

§ 3. — Arc équatorial de la République de l'Equateur.

La France, comme on le sait, a entrepris autrefois, sur le vœu de l'Association Géodésique internationale, exprimé à la Conférence générale de Stuttgard, en 1898, la mesure d'un arc équatorial de 6° d'amplitude dans la région interandine, où les Académiciens avaient effectué au XVIIIe siècle la première détermination d'un arc méridien sous ces latitudes.

Le Service Géographique de l'Armée, chargé de cette importante opération, a actuellement en Equateur une Mission de cinq officiers géodésiens et d'une quinzaine de sous-officiers et hommes de troupes, qui, depuis l'année 1901, s'emploient à la mesure d'un arc qui part des frontières de la Colombie et s'étend jusqu'aux environs de Payta, au Pérou (fig. 8 et 9).

L'Académie des Sciences exerce, par l'intermédiaire d'une Commission prise dans son sein, son contrôle scientifique sur l'opération.

La chaîne méridienne a été divisée pour la mesure en deux tronçons, l'un allant de la base fondamentale de Rio-Bamba à la station extrême du Nord, à Tulcan, l'autre allant de Rio-Bamba à la station extrême du Sud, à Payta.

L'année 1901 a été employée à la mesure de la base fondamentale de Rio-Bamba, à celle des latitudes fondamentales extrêmes de Tulcan et de Payta, et aux déterminations des différences de longitude, au moyen de l'échange de signaux télégraphiques entre Rio-Bamba, Quito et Tulcan, ainsi qu'à la mesure de la gravité à Rio-Bamba. Les travaux géodésiques proprement dits ont commencé en 1902 par le tronçon nord, entre Rio-Bamba et Tulcan, et sont actuellement terminés. Les années 1904 et, au besoin, 1905 seront consacrées à la géodésie du tronçon sud, aux travaux astronomiques relatifs à ce tronçon, au nivellement de précision qui doit relier la base fondamentale à la mer, et aux déterminations de l'intensité de la pesanteur.

Les opérations astronomiques secondaires, qui sont exécutées au fur et à mesure de l'avancement des travaux géodésiques, comprennent, outre la détermination d'un certain nombre d'azimuts, la mesure de la latitude à chaque station. Celle-ci est faite, soit par la méthode des observations circumméridiennes d'étoiles dans les deux positions du cercle pour le même astre, soit au moyen de l'astrolabe à prisme. On doit également déterminer la différence de longitude Quito-Guayaquil, et l'ensemble de ces travaux astronomiques fournira les éléments d'une comparaison très complète des valeurs des coordonnées géodésiques et astronomiques, indispensable pour l'étude des déviations de la verticale dans la chaîne des Andes.

Les difficultés à vaincre ont été grandes, et il a fallu toute l'endurance, toute l'énergie et aussi toute la patience de nos officiers pour les surmonter et mener l'œuvre à bonne fin. Les mauvais temps ont été persistants, et paraissent avoir, depuis deux ou trois années, un caractère exceptionnel, qui semble se rattacher à la recrudescence d'activité volcanique qui s'est manifestée dans toute l'Amérique du Sud depuis l'éruption du Mont Pelé. De plus, la Mission doit lutter contre la destruction des signaux par les Indiens, qu'il a été jusqu'ici impossible d'empêcher, quelque zèle qu'ait montré le Gouvernement Equatorien. Les Indiens voient dans la présence des signaux géodésiques soit l'indication d'un trésor caché, soit la manifestation d'un travail inconnu fait par des étrangers qui attirera sur eux les colères divines, soit encore des bornes érigées dans le but de les déposséder de leurs biens.

Aucun avis, ni du Gouvernement, ni du clergé, très influent cependant sur l'esprit des Indiens, n'a pu et ne pourra vraisemblablement empêcher ces destructions, dues autant à l'ignorance qu'à la superstition ; elles sont très préjudiciables aux travaux, car elles sont poussées jusqu'à l'enlèvement du massif en béton dans lequel est fixé le repère et forcent à recommencer souvent, non seulement la station dont le repère a été détruit, mais encore celles d'où il a été visé. La destruction du signal de Chujuj, centre d'un polygone, a obligé de refaire entièrement quatre stations.

La base fondamentale a été mesurée au moyen de l'appareil bimétallique de Brünner, qui a servi en 1890 à la mesure de la base fondamentale de Paris, et en 1891 et 1892 aux mesures des bases de vérification de Perpignan et de Cassel, lors des opérations de la Méridienne de France. L'impossibilité, en raison du mauvais état des chemins, de transporter au Nord l'appareil bimétallique très lourd, a conduit la Mission à mesurer la base de vérification de Tulcan seulement au fil Jäderin. Les fils ont été étalonnés au Bureau international des Poids et Mesures, et réétalonnés à l'Equateur même, avant et après la mesure, sur une base de 24 mètres mesurée à l'appareil bimétallique. En outre, la base fondamentale a été entièrement mesurée deux fois à l'appareil Jäderin, ce qui constitue encore un excellent étalonnage des fils.

La base fondamentale, à l'exemple de ce qui avait été fait en France pour la base de Paris, a été partagée en deux segments, et le segment sud a été mesuré deux fois. Voici, en partant des étalonnages faits à Breteuil en 1901, avant le départ, les résultats des diverses mesures :

Segment sud, 1ʳᵉ mesure. . . .	3.350ᵐ,965.1029.4
— 2ᵉ mesure . .	3.350ᵐ,958.5209.9
Différence	6.641ᵍ,5

Soit $\frac{1}{506.000}$ de la longueur.

La base totale a une longueur de 9.380ᵐ,758.868.

Les mesures au fil Jäderin ont donné les résultats suivants :

Moyennes des deux mesures de la base totale.

Au fil invar	9.380ᵐ,755.32
Au fil de laiton	9.380ᵐ,741.41,

d'où l'on déduit les différences avec la mesure à l'appareil bimétallique :

Pour le fil invar.	3ᵐᵐ,5 ou	$\frac{1}{3.200.000}$
Pour le fil de laiton. . .	17ᵐᵐ,4 ou	$\frac{1}{500.000}$

Le résultat trop faible obtenu avec le fil de laiton semble tenir à ce que, ce fil ne suivant pas instantanément les variations de la température ambiante, la correction de température, faite en se basant sur les lectures au thermomètre-fronde, est trop forte.

Les latitudes des extrémités de l'arc sont :

Pour la station de Tulcan	+ 0°47'15"
Pour la station de Payta	— 5° 5'18"
L'amplitude totale de l'arc est donc de	5°52'33"

Enfin, l'intensité de la pesanteur, déterminée à Rio-Bamba, et ramenée au niveau de la mer par la formule de Bouguer, est de $9^m,780.35$, résultat qui, comparé à la pesanteur calculée par la formule de M. Helmert ($9^m,780.47$), met en évidence un accord que l'on peut considérer comme parfait.

Ce résultat est particulièrement intéressant, en ce sens qu'il paraît indiquer que, pour cette station tout au moins, la compensation des massifs extérieurs par un défaut de masse intérieur, constatée à certaines stations faites dans l'Himalaya, n'existe pas dans la région équatorienne des Andes.

Les progrès réalisés dans la science géodésique sont, comme on le voit, considérables et, ainsi qu'on le disait au début de cette étude, incessants. A chaque réunion triennale de l'Association Géodésique Internationale, il en est constaté de nouveaux et d'importants. C'est à l'impulsion donnée par cette Assemblée que l'on doit l'essor de la Géodésie, et il est juste de reporter l'honneur du développement actuel de cette science à la mémoire de son fondateur, le général Baeyer, et à celle des Oppolzer, Perrier, Ibanez, Faye, Ferrero, Hirsch, pour ne parler que des disparus, qui ont compris son appel et y ont répondu.

Commandant R. Bourgeois,
Membre correspondant du Bureau des Longitudes,
Chef de la Section de Géodésie
au Service Géographique de l'Armée.

LABORATORY

LA DISTRIBUTION DES ÉLÉMENTS CHIMIQUES DANS L'ÉCORCE TERRESTRE

INTRODUCTION A LA GÉOLOGIE CHIMIQUE

Toute notre Chimie inorganique est nécessairement fondée sur l'étude des éléments que nous offre l'écorce terrestre, avec les mers et l'atmosphère situées au-dessus d'elle. A peine pouvons-nous y ajouter, par l'analyse spectrale, quelques notions sur la constitution des astres, et soupçonner vaguement qu'en dehors des éléments, ou états chimiques, terrestres retrouvés dans ces astres, il en existe d'autres, dont les raies seules se montrent à nous dans leur spectre lumineux, mais dont les propriétés nous échappent.

Cela revient à dire que nous connaissons seulement la matière dans les conditions, probablement très spéciales, où elle se trouve à la périphérie d'un astre solidifié comme la Terre, ou, jusqu'à un certain point, dans l'enveloppe incandescente d'un astre igné comme le Soleil; et quoique, par des expériences de laboratoire, nous nous efforcions de varier ces conditions en augmentant et diminuant les pressions, en accroissant ou réduisant les températures, en faisant intervenir les énergies diverses dont nous disposons, il est évident, cependant, que nous nous mouvons dans un cercle très restreint et que nous demeurons très ignorants relativement aux formes que cette matière peut prendre dans la partie centrale d'un soleil, ou même aux vagues confins qui la séparent de l'éther. Nous constatons seulement, de plus en plus, que toutes les antiques barrières, autrefois établies entre les aspects variés de l'énergie, ou les états physiques et chimiques de la matière, tombent l'une après l'autre, en même temps qu'apparaît le caractère provisoire et approximatif des lois les mieux établies; nous apprenons à spéculer sur des états critiques, où un corps n'est plus ni liquide, ni solide, ni gazeux, sur des passages de la matière à un éther universel, sur des éléments qui semblent même transformer spontanément leur énergie potentielle en énergie diffuse. Je laisserai de côté ici ces questions, qui touchent au grand problème de la transmutation, pour me borner à considérer les divers éléments chimiques, conformément à leurs définitions ordinaires, dans le milieu même où la Chimie les cherche et les découvre, c'est-à-dire dans les associations minérales qui constituent l'écorce terrestre, envisagée en Géologie comme superficielle; nous nous proposerons ainsi de voir, en remontant, autant que possible, à l'origine des phénomènes par lesquels s'est constituée la Terre, quelle place chacun de ces éléments a dû occuper de préférence dans notre planète encore fluide, quel ordre primitif les a classés dans telle ou telle zone plus ou moins profonde, enfin quelle part ils y ont prise, dans quelle proportion ils y sont intervenus; peut-être ainsi arriverons-nous à quelques conséquences générales sur la grande opération de métallurgie cosmique dont résulte la Terre et pourrons-nous apporter un concours géologique

aux recherches les plus actuelles de la Chimie.

Cette étude, qui forme le préambule nécessaire d'un traité de *Géologie chimique* en préparation depuis plusieurs années, se rattache directement, comme on le verra aisément, aux notions nouvelles relatives à la profondeur originelle des minerais, que j'ai énoncées dans un article publié ici même en 1900[1], et qui, depuis lors, ont reçu, de divers côtés, des acquiescements précieux.

Dans une première partie de ce travail, nous essaierons donc de déterminer, par la Géologie, et spécialement par la *Métallogénie*[2], quel est, en moyenne, l'ordre de superposition général des éléments chimiques dans la Terre, ou plutôt, en nous reportant à l'hypothèse extrêmement probable de la fluidité originelle, quelle pouvait être la répartition de ces éléments dans notre planète encore incandescente et directement soumise aux principes de la Mécanique, avant que les accidents et dislocations géologiques y aient introduit la complexité et l'apparente confusion actuelles. Nous verrons ensuite combien cette répartition empiriquement établie concorde, dans son ensemble, d'une façon remarquable, avec le simple classement de ces mêmes éléments par ordre de poids atomiques, et nous pourrons en conclure cette loi nouvelle, parfaitement conforme avec nos idées mécaniques, que, *dans la Terre incandescente avant sa solidification, les éléments chimiques se sont écartés du centre en raison inverse de leur poids atomique, comme si les atomes dissociés, et libres de toute combinaison chimique à de très hautes températures, avaient été uniquement et individuellement soumis à l'attraction universelle et à la force centrifuge*[3]. Une semblable loi, outre qu'elle est de nature à introduire une grande simplicité dans un ordre de phénomènes extrêmement complexes, apporte, par sa vérification même, une preuve de plus en faveur de la fluidité originelle, c'est-à-dire de la théorie de Laplace; en même temps, elle peut mettre sur la voie de bien des relations minéralogiques et chimiques entre les éléments. Il faut, d'ailleurs, ajouter que, malgré la concordance générale et bien frappante des faits avec un énoncé aussi théorique, plus d'une anomalie, plus d'une difficulté se présentent encore, ce qui ne saurait étonner dans un problème aussi difficile et où il entre nécessairement autant de spéculation sur des régions inabordables : soit que notre métallogénie ne place pas certains éléments à leur vraie place; soit que leur poids atomique ordinairement admis demande à être multiplié ou divisé par un coefficient simple, en raison de polymérisations, ou même de combinaisons, qui nous échappent; soit encore que la loi en question soit à rectifier par l'intervention d'autres principes inconnus. J'aurai soin d'insister particulièrement sur ces difficultés.

Dans une seconde partie, nous examinerons quelle est, d'une façon absolue, la proportion (et non plus seulement la place) de ces divers éléments dans la superficie terrestre. Cette proportion ne paraît, elle, au contraire, jusqu'à nouvel ordre, obéir à aucune loi : ce qui est très explicable si la Terre s'est formée, comme on peut, je crois, le supposer, par le concours accidentel d'atomes dispersés dans l'espace et déjà chimiquement constitués avant leur rencontre.

I. — Ordre de superposition des éléments chimiques dans l'écorce terrestre.

L'écorce terrestre se présente à nous avec une structure très compliquée, où se manifeste, en dehors de la disposition primitive que nous voudrions reconstituer, l'empreinte de tous les phénomènes géologiques successifs, qui l'ont profondément modifiée et altérée depuis sa solidification. Ces phénomènes comportent, en très grand nombre, des déplacements relatifs dans le sens vertical : sédimentations, plissements de terrains, effondrements de voussoirs, montées de roches éruptives et d'eaux métallifères filoniennes. Pour le but que nous nous proposons, il faut, autant que possible, faire abstraction de ces phénomènes, qui sont cependant les plus apparents, les plus manifestes à nos yeux, et nous replacer, par la pensée, dans les conditions où pouvait se trouver la Terre avant toute sédimentation, ou même, un peu plus tôt, avant la consolidation de sa croûte superficielle et la condensation des vapeurs disséminées au-dessus de celle-ci. Il semble donc, au premier abord, que, dans cet ordre d'idées, on ne puisse arriver à rien de sérieux et de précis, et que toute étude de ce genre doive nécessairement confiner au romanesque. Nous allons voir, cependant, qu'en analysant les faits d'un peu près, et dégageant un à un les principes secondaires par lesquels ils se relient entre eux, on peut déduire de ces principes, à leur tour, la loi générale, énoncée plus haut, avec une très suffisante approximation.

[1] *Rev. gén. des Sciences* du 15 mai 1900. Voir également mon volume sur les *Richesses minérales de l'Afrique* (1903), où j'ai essayé d'appliquer cette idée pour l'ensemble d'un continent.

[2] Je propose de remplacer par ce nom nouveau la longue périphrase ordinaire de « Science des gîtes minéraux et métallifères ».

[3] Dans la forme incandescente que présente l'atmosphère solaire, il semble, en effet, ne pas y avoir de composés chimiques. Plus on fournit de chaleur à un composé chimique, plus il tend en moyenne à se dissocier, de même qu'inversement, d'après M. Berthelot, la stabilité d'un composé est en rapport avec la quantité de chaleur qu'il a dégagée en se constituant.

L'atmosphère, par laquelle nous commencerons, est composée essentiellement d'oxygène, d'azote, avec un peu d'acide carbonique et d'argon, auxquels on peut ajouter des traces d'hydrogène et de carbure d'hydrogène.

Si nous considérons qu'au-dessous de cette atmosphère, il existe actuellement une masse d'eau considérable, — suffisante, comme nous le verrons, pour couvrir toute la Terre, supposée nivelée, sur près de 3 kilomètres de hauteur, — on peut très rationnellement admettre qu'au moment de la solidification terrestre, cette eau, alors en vapeur, ou plutôt ses éléments dissociés se trouvaient répartis dans l'atmosphère, c'est-à-dire que la proportion d'hydrogène était très notablement supérieure à la proportion actuelle.

C'est, d'autre part, un des principes les plus nettement établis de la Métallogénie que la disparition de l'oxygène dans les milieux profonds, que le caractère essentiellement superficiel de ce métalloïde, en entendant, bien entendu, comme superficielle, une zone d'au moins 30 ou 40 kilomètres d'épaisseur, qui n'est rien, en effet, sur un rayon de 6.400.

Cette disparition, il est vrai, n'est jamais complète dans nos roches ignées, qui représentent une scorie silicatée relativement superficielle, même dans les plus basiques, c'est-à-dire les plus profondes d'entre elles que nous puissions atteindre; mais elle s'annonce déjà très manifestement dans ces magmas basiques et devient complète dans les gîtes métallifères sulfurés, qui représentent, pour nous, un apport de la profondeur (à la condition d'envisager ceux-ci là où ils ont pu échapper aux actions de surface). De même l'eau, qui représente encore en profondeur une association d'oxygène et d'hydrogène, paraît devoir disparaître presque totalement, avant même qu'on arrive au bas de cette écorce silicatée. En dehors de la faible proportion qu'en retiennent habituellement les roches, les grands mouvements d'eaux souterraines sont, en général, très directement d'origine superficielle.

Nous pouvons donc, sauf à revenir plus tard sur quelques objections apparentes, considérer que l'oxygène est, dans la constitution de la Terre, un élément d'origine périphérique, et nous sommes disposés à envisager la solidification de la Terre comme ayant été très directement reliée à un phénomène d'oxydation : c'est-à-dire, à la fois, de combustion et de scorification, qui a combiné cet oxygène avec des vapeurs métalliques venant de régions plus profondes. Antérieurement, il devait exister, dans l'enveloppe de la Terre la plus écartée du centre, des vapeurs d'oxygène, d'hydrogène, d'azote, d'argon et de carbone. On peut ajouter que l'oxygène était en quantité tout à fait surabondante, puisque, après sa combinaison avec l'hydrogène, avec le carbone et avec tous les éléments scoriacés, que nous trouverons tout à l'heure dans l'écorce terrestre, il en est resté ce grand excès dont se composent les trois quarts de notre atmosphère.

Ce que l'analyse spectrale nous révèle sur la constitution de la chromosphère solaire et des étoiles paraît, comme nous le verrons, correspondre à une zone différente de l'écorce terrestre et à des produits plus profonds déplacés par volatilisation; cependant, l'hydrogène y apparaît abondamment dans les parties les plus élevées et les plus volatiles, telles que les protubérances, de même qu'il caractérise la majeure partie des étoiles brillantes blanches et bleues[1] et les étoiles temporaires. L'oxygène n'apparaît pas, d'ordinaire, dans les astres incandescents, ou n'y est pas reconnaissable : soit qu'il fasse réellement défaut, et que la Terre représente ainsi un cas particulier, ayant précisément permis le développement de la vie; soit, ce qui est bien plus probable, que ce métalloïde se trouve au-dessous de la chromosphère dans la photosphère incandescente, dont émane seulement un spectre continu, que nous ne pouvons chimiquement analyser[2].

Cette comparaison avec le Soleil nous conduirait ainsi à placer l'hydrogène originel dans une zone encore plus excentrique que l'oxygène. L'hélium, qui accompagne l'hydrogène dans le Soleil, pourrait avoir été associé avec lui sur la Terre, bien que, jusqu'ici, la Géologie n'apporte aucune confirmation de cette induction.

Parmi les éléments secondaires de l'atmosphère, il en est un qui présente déjà un genre de difficultés auquel nous devions nous attendre et que nous retrouverons tout à l'heure pour un autre groupe de métalloïdes (chlore, soufre et phosphore) : c'est le carbone.

Le carbone est en très faibles quantités dans l'air, soit à l'état d'acide carbonique (0,01 %), soit, comme l'a montré récemment M. A. Gautier, à l'état de carbure d'hydrogène. Même en ajoutant à ce carbone de l'air tout celui qui est fixé dans le monde organique et que l'on peut imaginer emprunté originellement à l'air, on reste encore dans des chiffres très faibles, puisque tous ces éléments organiques, supposés répartis uniformément sur la Terre, y constitueraient évidemment une imperceptible pellicule. D'autre part, la composition moyenne des roches cristallines accuse une teneur

[1] Plus une étoile est brillante et, par conséquent, chaude, plus, d'après Sir Norman Lockyer, son spectre se simplifie et tend à se réduire à celui de l'hydrogène.

[2] Rowland a reconnu dans le Soleil la présence de trois métalloïdes : oxygène, carbone et silicium.

sensible en carbone (près de 0,2 %)[1], grâce à laquelle ont pu se former, dans la destruction de ces roches et la sédimentation de leurs débris partiellement dissous, les terrains calcaires; et, sans parler des gîtes pétrolifères qui peuvent être d'origine organique, l'on constate, sous bien des formes, notamment dans les régions volcaniques, le dégagement de carbone interne, à l'état de carbure d'hydrogène plus ou moins brûlé en acide carbonique. On peut donc se demander — et c'est un grand sujet de discussion entre les géologues — s'il faut placer le carbone primitif dans l'atmosphère[2] et admettre alors que le monde minéral l'a recueilli ensuite dans les roches profondes par l'intermédiaire ordinaire de la vie, ou si le carbone est, au contraire, un élément originellement profond, apporté par des émanations à la surface et recueilli là par les organismes. La première solution, qui est peut-être la plus couramment admise en Géologie, aurait, comme nous allons le voir, l'avantage de faire rentrer le carbone dans la loi générale que je me propose de démontrer. Malgré la tentation de l'admettre, qui pourrait en résulter, elle me paraît cependant peu admissible, tant à cause des venues carburées profondes, si probables en maints gisements géologiques, que par considération de la répartition actuelle du carbone entre les roches profondes et la superficie : les roches cristallines en contenant au moins vingt fois plus que l'air.

Au-dessous de l'atmosphère, viennent les mers, essentiellement formées par la combinaison de l'hydrogène et de l'oxygène, mais, en outre, chimiquement enrichies par tous les principes solubles que peut présenter l'écorce terrestre et qui, un jour ou l'autre, après un ou plusieurs circuits plus ou moins longs, finissent toujours par y être apportés à la faveur du ruissellement, comme dans un égout universel[3].

Cette composition de l'eau de mer présente donc une difficulté analogue à celle que nous venons de trouver pour le carbone : difficulté tenant à ce que les éléments dont la mer est formée se retrouvent, aux proportions près, dans les roches ignées, et que les plus importants d'entre eux dominent également dans les émanations volcaniques actuelles, ou ont dû dominer dans les venues hydrothermales métallifères, attribuables à des émanations volcaniques anciennes. Le problème se pose de la façon suivante : Etant donné que les mêmes éléments, les mêmes groupes d'éléments se rencontrent ainsi dans des conditions très diverses et sont tous, en raison même de leur solubilité, susceptibles de subir des remises en mouvement nombreuses, à quelle phase de leurs cycles sont-ils quand nous les rencontrons dans l'eau de mer? Y ont-ils préexisté dès le début (là ou dans l'atmosphère) pour aider ensuite à la constitution des matériaux solides; ont-ils été empruntés à ces derniers; ou viennent-ils d'une zone plus profonde encore? Afin d'arriver à une solution rationnelle, il y a lieu, ce me semble, de distinguer, tout d'abord, ces éléments de l'eau de mer en deux groupes : 1° les métaux, qui, après le sodium, le potassium, le calcium et le magnésium dominants, comprennent, à peu près, toute la série chimique, jusqu'au zinc ou à l'or; 2° les métalloïdes : chlore, soufre, iode, brome, fluor, bore, phosphore, etc.

Pour les métaux, la réponse à la question précédente ne me paraît guère douteuse. Ces métaux sont les mêmes que ceux de l'écorce, simplement classés d'après leur solubilité : d'abord le sodium, qui tend toujours à dominer dans une eau mise en contact avec des roches feldspathiques, comme beaucoup de nos eaux minérales[1]; puis le potassium; ensuite les substances alcalino-terreuses, calcium et magnésium, et, seulement à l'état de traces, les autres métaux, qui forment des sels peu solubles ou aisément reprécipités par les actions oxydantes, métaux d'ailleurs relativement très rares déjà dans l'écorce. Pour expliquer semblable coïncidence, une lixiviation de ces roches paraît beaucoup plus logique à admettre que la présence à l'état de vapeurs, dans l'atmosphère incandescente primitive, des mêmes métaux qui, un peu plus bas, formaient l'écorce, bien que cette volatilisation ait pu intervenir accessoirement et contribuer, pour une part problématique, à la composition actuelle.

La question des métalloïdes est plus obscure. Le chlore domine de beaucoup (en chlorures); puis vient le soufre (en sulfates); accessoirement, on a la plupart des autres métalloïdes, dont quelques-uns, comme l'iode, le brome, le phosphore, l'azote ou le carbone, n'apparaissent guère que lorsque les organismes ont réussi à les fixer, et dont d'autres, tels que le bore, ne se manifestent bien qu'après les évaporations naturelles ou artificielles, dont résultent les gîtes salins géologiques ou les eaux-mères de nos salines.

[1] M. A. Gautier (*C. R.* 1901) a récemment contribué à mettre en évidence cette proportion de carbone dans des roches où il ne paraît pas avoir été introduit par une altération superficielle récente.

[2] On sait qu'à la température de l'arc électrique, le graphite devient gazeux.

[3] Ainsi qu'il était facile de s'y attendre, on trouve un peu de tout dans l'eau de mer, comme l'ont montré Malagutti et Durocher pour le plomb, le cuivre et l'argent (*Ann. des Min.* [4], 17, 1850); Sonstad, Münster, Liversidge pour l'or (*Chemical News*, 1872, 1892; *Journ. Proc. Royal Soc. of New South Wales*, XXIX, 1895; *Eng. and Min. Journ.*, New-York, printemps 1898).

D'après Liversidge, il n'y aurait pas moins de 37 milliards d'or dans la mer; d'après Münster, il y en aurait 6.

[1] Voir mon *Traité des Eaux thermo-minérales*, p. 92.

Il est remarquable que le chlore et le soufre, qui dominent dans la mer, soient également, avec le carbone et, accessoirement, le bore, les éléments caractéristiques du volcanisme; ce sont aussi des éléments tout à fait constants dans toute la série des phénomènes internes, où nous croyons reconnaître la trace de fumerolles dégagées en profondeur par les roches ignées anciennes : groupe des minéraux associés aux roches granulitiques acides, où domine l'influence du chlore, du fluor et, plus accessoirement, du bore et du phosphore; ségrégations presque toujours sulfurées des roches basiques; nombreux minéraux contenant des inclusions de chlorure ou d'acide carbonique; enfin filons concrétionnés métallifères, dont les uns se sont manifestement formés sous l'influence du chlore et du fluor, au moyen desquels on reproduit tous leurs minéraux, dont les autres sont encore associés au soufre, et dont les derniers ont pu se déposer en présence de l'acide carbonique liquide ou des carbonates alcalins sous pression. L'analogie des fumerolles volcaniques avec les autres phénomènes anciens que je viens d'énumérer rend très vraisemblable l'identité d'origine des deux phénomènes, qui est généralement admise aujourd'hui. Mais, d'autre part, la similitude entre les produits volcaniques et les produits marins vient-elle de ce que le volcanisme est alimenté en sels minéraux par des intrusions marines, ou, au contraire, de ce que toutes les fumerolles, dégagées depuis l'origine par les phénomènes internes et, en partie, peut-être, avant la scorification même, par la Terre encore fluide, ont fini, tôt ou tard, après s'être combinées aux métaux terrestres, par arriver dans la mer?

Les deux hypothèses peuvent également se soutenir par des arguments plausibles et ont toutes deux leurs partisans.

La première conduirait, en principe, à admettre que tous les métalloïdes en question se trouvaient, originellement, au-dessus de l'écorce terrestre dans l'atmosphère; car les traces de chlore qui existent, à l'état résiduel, dans les roches (0,02 °/₀) ne peuvent avoir été l'origine des 2 °/₀ de chlore qui existent dans l'eau de mer et qui, pour 3 kilomètres d'épaisseur d'eau, représentent donc 100 mètres de sel marin, uniformément répartis sur toute la Terre[1]. Dans la seconde, au contraire, ces corps auraient existé et existeraient encore au-dessous de la zone silicatée superficielle, au voisinage du bain métallique, par les émanations ou les liquations duquel ont été formés nos minerais.

De ces deux hypothèses, également admissibles, je le répète [l'une soutenue par Daubrée et Fouqué; l'autre défendue par Elie de Beaumont et M. de Lapparent], la seconde m'a toujours paru la plus plausible et, même en supposant que l'eau des volcans vienne en tout ou partie d'infiltrations superficielles, j'ai essayé autrefois de faire voir que les métalloïdes apportés au jour par le volcanisme, chlore, soufre, bore, arsenic, carbone, etc., ont, comme les métaux filoniens, des chances pour être empruntés, au moins pour une part, à une réserve profonde[1].

Quelques faits nouveaux ont été apportés récemment en faveur de cette idée, qui, ainsi que nous le verrons bientôt, concorde, mieux que toute autre, avec notre loi générale : notamment les belles expériences de M. A. Gautier[2], prouvant que tous les éléments des fumerolles volcaniques peuvent être produits par une simple action calorifique exercée sur un granite, par conséquent sans aucune intrusion marine, et les séries d'observations pendulaires, montrant les très profondes dislocations terrestres qu'accusent les rivages jalonnés par des volcans, par conséquent la possibilité que la position littorale de ceux-ci tienne uniquement à leur situation sur une ligne de cassure.

Au-dessous de l'atmosphère et des mers vient l'écorce terrestre. Dans la composition de celle-ci interviennent un certain nombre d'éléments chimiques, dont nous pourrons tout à l'heure discuter la proportion exacte dans la seconde moitié de cet article, mais dont l'ordre de grandeur relative apparaît avec une netteté parfaite.

Si nous laissons de côté, comme nous devons le faire pour cette étude, les terrains sédimentaires, simple produit du remaniement de l'écorce cristalline opéré après la solidification de celle-ci, toutes les études géologiques mettent en évidence l'existence de roches plus acides à la surface, plus basiques en profondeur[3], dans la composition desquelles entrent, à peu près exclusivement, l'oxygène pour une moitié, le silicium pour plus d'un quart et l'aluminium pour un dixième, puis, secondairement, le fer, le calcium, le magnésium et les alcalis.

[1] En remarquant que les continents occupent seulement les 28 centièmes de la superficie terrestre, cela conduirait à admettre, sur ces continents, l'érosion moyenne de plus de 1000 kilomètres de roches cristallines.

[1] *Traité des Sources thermo-minérales*, p. 15.

[2] *Comptes rendus*, 1901, *passim*; — Cf. L. De Launay : Notes sur la théorie des gîtes minéraux; la géologie du graphite. *Ann. des Mines*, janvier 1903.

[3] En parlant ici de superficie et de profondeur, je n'entends nullement distinguer les roches d'épanchement des magmas grenus à structure granitique qui peuvent, les uns et les autres, présenter toute la série des mêmes termes acides et basiques; mais je fais seulement allusion à la profondeur plus ou moins grande des seuls magmas grenus, c'est-à-dire, suivant toute vraisemblance, des magmas cristallisés à peu près dans leur zone d'origine. Quand on est tenté de donner trop d'extension générale aux résultats de la Pétrographie, il ne faut, d'ailleurs, jamais oublier quelle zone extrêmement restreinte de la Terre ils concernent : 30 ou 40 kilomètres d'épaisseur sur 6.400.

Plus la roche est acide et superficielle, plus y abondent l'oxygène, le silicium, l'aluminium et les alcalis, les autres éléments tendant à être éliminés, mais le magnésium persistant longtemps après le calcium et le fer. En laissant donc de côté l'oxygène (emprunté, comme je l'ai dit, à l'atmosphère périphérique dans la grande scorification qui a constitué la première croûte terrestre, ou dans les refusions postérieures), on voit que les métaux de cette écorce doivent être, de haut en bas : d'abord le silicium, l'aluminium, le sodium, le potassium et le magnésium ; puis le calcium et le fer. Mais ce dernier métal, en raison de son extrême diffusion dans toutes les parties de l'écorce terrestre et de sa prédominance si vraisemblable à une certaine profondeur (prouvée par les ségrégations basiques, par la densité terrestre, par les météorites, par la composition solaire, etc.), doit être très probablement considéré ici comme un produit adventif, emprunté à une zone plus profonde.

Il est évident, en effet, que, dans un phénomène tel que celui auquel nous nous attaquons, un ordre de succession théorique n'a pu être strictement réalisé, et le seul examen des tourbillons accusés par la chromosphère solaire montre bien que certains éléments, dominants dans une zone profonde, ont dû se trouver représentés également, d'une façon plus accidentelle, un peu plus haut.

A cette liste d'éléments essentiels constituant la scorie silicatée, il conviendrait d'ajouter également des éléments plus rares, mais ordinairement associés aux roches acides, tels que le baryum et le strontium des feldspaths, le lithium et le glucinium, le zirconium (si fréquent en inclusions microscopiques) et, peut-être même hypothétiquement, l'étain, qui se sépare des autres métaux pour se rapprocher du silicium ou de l'aluminium, par sa combinaison avec l'oxygène comme par son gisement en veines directement dérivées des roches acides.

Enfin, les roches acides de certaines zones probablement profondes, telles que la Norvège, le Brésil ou les États-Unis, renferment, en abondance assez notable, les minéraux, autrefois considérés comme rares, du groupe du thorium, cérium, lanthane, etc.

Quand nous essayons de franchir par la pensée cette zone de la scorie silicatée, qui est, en somme, la seule directement accessible à nos recherches minières, nous sommes forcés de faire une part plus grande à l'hypothèse. Nous ne connaissons, en effet, les milieux plus profonds que par certains de leurs produits, montés accidentellement dans les parties plus hautes de l'écorce à la faveur de quelque grand mouvement de dislocation, soit directement à l'état de roche basique avec ségrégations métallifères, soit, plus indirectement, à l'état filonien. Et ce qui complique les choses, c'est que les divers produits ainsi obtenus et étudiables pour nous ont été formés, à des époques géologiques très différentes, alors que l'épaisseur même de l'écorce terrestre avait pu varier, par des bains ignés qui ne provenaient peut-être pas du tout des parties centrales et encore fluides du Globe (en admettant qu'il en subsiste), mais de ce qu'on a appelé des laccolithes, c'est-à-dire de lentilles fluides (ou fluidifiées) emprisonnées entre des roches solides et subissant une seconde ou troisième fusion.

Néanmoins, il apparaît aussitôt, par toutes les observations de la Métallogénie, qu'il doit exister, au-dessous de cette écorce silicatée, au moins trois groupes d'éléments chimiques, rapprochés les uns des autres, dans chaque groupe, par leur mode de gisements aussi bien que par la profondeur originelle attribuable à ceux-ci, et différents, pour la même raison, d'un groupe à l'autre.

Ce sont : 1° les métalloïdes : chlore, soufre, etc., dits minéralisateurs ; 2° les métaux de ségrégations basiques : fer, manganèse, nickel, chrome, etc. ; 3° les métaux des filons concrétionnés : zinc, plomb, argent, etc.

On peut aller plus loin et tenter de concevoir l'ordre de superposition initial de ces trois groupes, mais sans se dissimuler les chances d'erreur inévitables dans un tel raisonnement. C'est, d'abord, directement au-dessous des métaux constituant la scorie silicatée que je placerai la série des métalloïdes minéralisateurs : à savoir, le chlore, le soufre, le phosphore, le bore, le fluor et, peut-être, le carbone.

Il est, en effet, bien manifeste que ces minéralisateurs ont joué un rôle essentiel dans la cristallisation de toutes les roches silicatées acides étudiées tout à l'heure, auxquelles ils ont été visiblement mélangés pendant leur fusion et à la périphérie desquelles ils semblent surtout s'être concentrés par volatilisation. Ainsi que je l'ai déjà fait remarquer plus haut, on trouve constamment leur trace dans ce genre de roches : minéraux chlorurés ou cristallisés par l'intervention du chlore et du fluor ; minerais sulfurés ; phosphates et fluophosphates si fréquemment cristallisés en inclusions d'apatite ou associés aux gites stannifères des roches acides (wawellite, amblygonite)[1] ; minéraux boratés (tourmaline, etc.) ; inclusions d'acide carbonique liquide, ou groupements minéraux tels que les pegmatites, paraissant avoir nécessité l'intervention de carbonates alcalins, etc. Toutes les fusions ou refusions

[1] Voir à ce sujet une Note sur le rôle du phosphore comme minéralisateur (*C. R.*, févr. 1904).

de ces silicates, y compris celles qui alimentent le volcanisme contemporain, ont sans cesse été accompagnées très abondamment de ces métalloïdes, et il ne me semble pas que ce soient toujours les mêmes métalloïdes qui aient passé d'une roche à l'autre par simple refusion, puisque le résultat de chaque éruption volcanique est d'en répandre des torrents dans l'atmosphère. Je croirais donc volontiers à une réserve profonde de ces éléments volatils, situés d'abord au-dessous des métaux, silicium, aluminium, etc., qui forment la scorie oxydée, et s'étant plus ou moins mélangés avec eux pendant le brassage tourbillonnaire qui a dû précéder et accompagner la scorification[1].

Avec le soufre, le chlore et le phosphore, éléments dominants, il est logique de placer leurs homologues plus rares, tels que le sélénium et le tellure pour le soufre, le fluor, exceptionnellement le brome et l'iode, pour le chlore.

Plus bas encore, e placerai le groupe naturel, parfaitement déterminé, des ségrégations basiques, dont les types les plus beaux se trouvent affleurer en Scandinavie et au Canada ou, plus généralement, dans la zone boréale, la plus anciennement consolidée du Globe, et dans la zone analogue plus voisine de l'équateur (Brésil, etc.).

Ce genre de roches, passant à des minerais proprement dits, manifeste un appauvrissement en oxygène, silicium, aluminium et alcalis, qui les dénote aussitôt comme se rattachant à une formation plus profonde que les silicates acides et légers de la surface. La Géologie montre, en outre, qu'elles se présentent uniquement dans les régions de l'écorce terrestre où l'érosion paraît avoir enlevé les terrains superficiels sur la plus grande épaisseur. C'est donc par un résultat de l'observation et non par une hypothèse que nous assignons à ces ségrégations basiques une origine profonde.

Dans un travail récent, où j'ai particulièrement étudié cette question et où j'ai essayé de montrer son lien avec la Géologie générale[2], j'ai, conformément aux idées de M. Vogt, mis en évidence les associations de métaux qui paraissent avoir coexisté en profondeur dans ces magmas basiques et qui se sont seulement un peu séparés les uns des autres entre les diverses classes de gabbros dans le phénomène de liquation ou de ségrégation.

D'une façon absolue, ce qui caractérise cette catégorie de minerais, c'est leur oxydation, que nous ne retrouverons plus tout à l'heure dans les métaux filoniens proprement dits, mais c'est aussi le caractère incomplet de cette oxydation, qui marque immédiatement une différence avec les silicates précédents. Il est visible que, de l'atmosphère à la scorie acide, puis aux ségrégations basiques en question, la quantité d'oxygène diminue peu à peu. Nous commençons à pénétrer réellement au-dessous de la scorie, dans le bain métallique interne. En même temps, le rôle des minéralisateurs est beaucoup plus restreint, bien qu'il ne soit pas nul, comme je l'ai indiqué dans le travail précité, et se traduise notamment par la présence du soufre (pyrite, pyrrhotine), par celle du phosphore (phosphure de fer, apatite). Nous ne sommes plus en présence de ces minéralisateurs abondants, dont nous observions tout à l'heure la trace constante. C'est pourquoi il me paraît naturel d'attribuer à ces métaux des ségrégations basiques une place originellement inférieure à celle des métalloïdes.

Le métal de beaucoup prédominant ici est le fer; avec lui, viennent les métaux qui sont si directement associés au fer et que rapprochent de lui tant de leurs propriétés chimiques : le chrome, le manganèse, le nickel et le cobalt; il faut ajouter le titane et le vanadium, que la Chimie ne place pas ordinairement ici, mais qui, dans ces gisements, se trouvent constamment unis au fer : l'acide titanique arrive à former 14 % de certaines magnétites de Norvège, et le vanadium, à un degré moindre, suit toujours le sort du titane[1]. On peut également noter, dans les mêmes ségrégations, la présence fréquente du cuivre, associé : soit avec le nickel dans les pyrrhotines; soit avec la magnétite, à l'état de chalcopyrite.

Tous les caractères des gisements de cuivre concordent, cependant, pour faire de ce métal un intermédiaire entre ceux qui dominent dans les ségrégations basiques et ceux dont nous allons nous occuper maintenant, qui forment surtout les filons. Le cuivre se partage entre ces deux catégories de gîtes, bien que ce ne soit pas (comme le fer, par exemple) un métal assez abondant pour être un peu partout disséminé. Il semblerait donc assez logique d'attribuer au cuivre une place spéciale entre les métaux de ségrégation et ceux de filons.

Nous arrivons enfin à cette catégorie de métaux, en somme extrêmement rares à la superficie ou

[1] En Pétrographie, M. Michel Lévy a été conduit à envisager toutes les roches comme résultant d'un mélange variable entre une scorie acide, à composition feldspathique (silice, alumine, alcalis et chaux) avec intervention des minéralisateurs, et un magma basique ferromagnésien, que j'envisage ici comme plus profond.

[2] *Ann. des Min.*, janvier 1903 : La Géologie du Titane, et juillet 1903 : L'origine et les caractères des minerais de fer scandinaves. Voir également : Contribution à l'étude des gisements métallifères (*Ann des Min.*, 1900).

[1] Peut-être conviendrait-il de placer ici le platine, à cause de sa présence par traces dans les pyrrhotines nickélifères de Sudbury au Canada, de Klefva en Suède, et dans les péridotites de l'Oural? D'autre part, le platine présente avec l'or des communautés fréquentes de gisements, qui pourraient conduire à reviser les théories couramment admises sur sa métallogénie.

même dans les quelques kilomètres d'épaisseur de l'écorce silicatée que nous pouvons atteindre par nos travaux, et qui nous sont connus presque exclusivement par leurs gîtes filoniens : métaux, dont aucun n'entre pour 1 : 1.000.000 dans la constitution de l'écorce terrestre et dont le total n'en constitue certainement pas 1 : 100.000.

Ces métaux, dont nous venons de voir un premier spécimen avec le cuivre, mais qui comportent surtout, par ordre d'abondance, le plomb, le zinc, l'argent, puis le mercure, le bismuth, le tungstène, l'or, l'uranium, etc., ont, presque tous, une assez forte densité, et la seule considération de la densité terrestre moyenne, si supérieure à la densité superficielle, pousserait à admettre qu'ils doivent, dans les parties profondes de la Terre, jouer un rôle de beaucoup supérieur à celui qui leur est attribué à la superficie[1].

On peut ajouter que les circonstances où nous les rencontrons, on peut le dire, à l'état de traces, sont, autant qu'on peut l'apprécier, très exceptionnelles et semblent avoir uniquement pour résultat de nous faire connaître, à la faveur de circonstances particulières et sous forme d'échantillons, de spécimens, des substances beaucoup plus abondantes là où nous ne pouvons pas pénétrer.

Dans un autre travail, j'ai essayé de montrer comment la présence de ces métaux en plus ou moins grande quantité dans les filons concrétionnés, où on les recueille, dépend, pour une très forte part, des propriétés de leurs sulfures ou parfois de leurs chlorures, c'est-à-dire de leur affinité pour le soufre ou le chlore et de la solubilité de leurs sulfures dans un sulfure alcalin, accessoirement de leur allure en présence de l'acide carbonique, et comment la communauté de certaines propriétés chimiques a déterminé leurs associations minéralogiques, qu'elle permet de prévoir[1].

La cristallisation de ces métaux dans leurs filons est donc, à proprement parler, déjà, — au sens, du moins, où nous pouvons l'entendre ici, — un phénomène secondaire; ces métaux ne sont pas, dans ces filons, à leur place originelle; ils y ont été apportés de bas en haut, à la faveur d'une combinaison avec le soufre, le chlore ou autres éléments analogues, qui leur a prêté de la mobilité; ils viennent de plus bas et, puisque nous ne les trouvons pour ainsi dire pas dans les ségrégations basiques, puisqu'ils n'ont pas été compris dans l'oxydation ou dans la liquation qui a formé celles-ci, nous sommes conduits à supposer que l'origine première de leur montée filonienne peut être située au-dessous du milieu, essentiellement ferrugineux, qui a formé ces ségrégations basiques.

Ils doivent venir de plus profondément, et cependant, quoiqu'il semble y avoir, au premier abord, contradiction, c'est en moyenne plus haut que nous les rencontrons sous la forme filonienne et que nous les exploitons, en général, pratiquement; les filons métallifères, c'est-à-dire les fentes de l'écorce où ont cristallisé les métaux en question, me semblent, en principe, appartenir à une zone de cette écorce plus haute que les ségrégations;

[1] On sait que la densité moyenne de la Terre est de 5,5, contre 2,7 à la superficie. En partant de cette donnée et de l'aplatissement terrestre, on a essayé, par divers moyens, de calculer la densité interne. Legendre avait trouvé 8,5 au milieu du rayon, 11,3 au centre; Ed. Roche, 7,6 au centre. Les contradictions de ces calculs me paraissent seulement prouver qu'il n'y a pas à les faire entrer en ligne de compte. D'autre part, on a soutenu que la densité plus forte de l'intérieur pourrait simplement tenir à une condensation des éléments superficiels résultant de la pression. C'est oublier qu'au centre, l'attraction de la pesanteur est réduite à zéro. D'ailleurs, s'il y a unité fondamentale de la matière, un atome très dense n'est peut-être précisément qu'un atome condensé par la pression. Nous ne savons absolument rien sur les états chimiques et physiques que peut prendre la matière au centre de la Terre, puisque la pression doit y jouer un rôle essentiel et que, dans toutes nos expériences, nous sommes forcés de rester très loin au-dessous de la pression de 10.000 atmosphères, où l'acier se pulvérise. Pouvons-nous même affirmer que, dans ces conditions très spéciales, une portion de l'énergie interne, employée à condenser les atomes, ne peut pas se transformer en énergie externe, calorifique ou lumineuse, c'est-à-dire que la masse de la matière ne peut pas se muer en phlogistique, comme le supposaient les alchimistes. Dans cet ordre d'idées, qui semblait abandonné depuis Lavoisier, des phénomènes comme ceux des substances radio-actives autorisent toutes les hypothèses. Le passage de la matière à la force n'est peut-être pas un rêve. Le poids des éléments soumis à des réactions ne reste peut-être pas toujours le même, en dehors des conditions très restreintes auxquelles on s'était borné jusqu'ici, etc. Mieux vaut donc s'en tenir aux faits géologiques, qui prouvent un apport profond de certains métaux, empruntés à une zone qui, en chiffres absolus, peut être encore très superficielle, tout en étant inférieure à nos silicates.

[1] *Formation des gîtes métallifères, passim.*

Cette cristallisation s'est faite en milieu réducteur, à l'abri de l'oxygène atmosphérique : oxygène qui, dans tous les filons de zinc, plomb, argent, antimoine, etc., où on le rencontre, a, comme je l'ai montré, été uniquement introduit par un remaniement secondaire. Elle s'est donc faite uniquement à une certaine profondeur; *les filons métallifères, à l'origine, n'ont pas dû être cristallisés jusqu'au jour*, et, en effet, le volcanisme superficiel n'en renferme pour ainsi dire pas trace, non plus que les eaux thermales épanchées par des griffons, quand celles-ci ne se sont pas trouvées en contact avec d'anciens métaux, qu'elles ont dissous. D'autre part, plus on s'enfonce dans un champ de filons, plus il paraît se simplifier et se réduire à quelques grandes fractures. Peut-être, à de grandes profondeurs, le phénomène filonien se réduit-il à quelques très importants accidents, dont dériveraient plus haut tous les autres.

Je ne parle naturellement pas ici des gîtes métallifères attribuables à des remises en mouvement plus ou moins accentuées, qui arrivent notamment à former des gîtes sédimentaires; je laisse également de côté, dans cet exposé rapide, les très minimes inclusions métalliques que peuvent contenir les roches silicatées, et auxquelles on a parfois voulu attribuer la formation des filons *per descensum*. Enfin, je sépare entièrement, des autres métaux proprement dits restant à étudier, l'étain, qui, dans tous les gisements connus jusqu'ici, se comporte à la façon du silicium ou de l'aluminium comme un métal oxydé à toutes profondeurs, et par conséquent confiné dans cette croûte silicatée acide.

au niveau des ségrégations, on trouve parfois les mêmes métaux, mais pas à l'état filonien, pas en concentrations aussi localisées. C'est, surtout, je crois, le caractère des vides à remplir qui ne s'est pas prêté, dans ce niveau, à la forme filonienne; c'est, peut-être aussi, un peu que les ségrégations proprement dites et les filons métallifères ont, dans un mouvement général du sol, occupé deux aires horizontales différentes : l'une sur les plissements; l'autre sur les dislocations.

Dans les deux cas, il a pu y avoir communication accidentelle entre la zone des métalloïdes et celles des métaux proprement dits et, par conséquent, formation de minerais par réactions sulfurées ou peut-être chlorurées; mais ces métaux ne se sont pas répartis de même et le rôle des minéralisateurs a été moins actif à ce niveau inférieur des ségrégations basiques qu'au voisinage du niveau plus élevé où ces minéralisateurs eux-mêmes dominaient.

Le phénomène métallifère filonien présente, lorsqu'on cherche à l'analyser un peu sans se contenter des phrases vagues habituelles, de singulières difficultés. Pourquoi, en tel point, sur telle fracture et à tel moment, ces bouffées de sulfure de plomb, tandis qu'un peu plus loin pouvait se produire, sur la même cassure, du sulfure de fer, et qu'un peu plus tard (comme en témoignent les filons concrétionnés), on avait, successivement, au point d'abord considéré, d'autres bouffées de sulfure de zinc, puis de sulfure de cuivre, puis encore de sulfure de plomb, etc...? On a vite fait d'invoquer les fumerolles de quelque roche éruptive. Mais ce milieu rocheux, producteur de fumerolles, ce ne sont pas les roches que nous voyons à la surface; car, si quelques-unes peuvent contenir, à l'état résiduel, des traces des métaux les plus communs et les plus disséminés, comme le cuivre, le zinc ou même le plomb, on n'a pas, par exemple à Almaden, une roche capable de fournir les 175.000 tonnes de mercure qu'on en a déjà extraites (sans compter tout ce qui reste encore), ou, dans les gneiss de Freiberg, de quoi alimenter les 1.900 filons de plomb, argent, zinc, fer, cobalt, nickel, urane, bismuth, cuivre, etc., qu'on y a exploités depuis 300 ans. L'intensité du phénomène filonien métallifère en quelques régions de prédilection, comme le Mexique ou l'Ouest américain, la façon dont les remplissages métallifères semblent s'être reproduits parfois (Saxe, etc...) à une série d'époques géologiques successives très différentes, la localisation même, en de semblables régions, des métaux dominants, qui varient tellement d'un point à l'autre, d'un filon au voisin, dans les même roches encaissantes, forcent absolument, malgré toutes les répugnances qu'on peut éprouver à invoquer des causes inaccessibles et mystérieuses, à admettre, pour ces bouffées métallifères, une cause profonde, infragranitique, une communication accidentelle établie, à certaines époques de grandes dislocations, entre cette cause profonde et la portion de l'écorce qui, aujourd'hui, affleure à la superficie et qui était alors enfouie sous d'autres roches, enlevées par les érosions.

Il faut qu'il ait existé, au moment où ces filons se sont remplis, un milieu métallique interne, mis en contact accidentellement avec les métalloïdes tels que le chlore et le soufre, milieu dans lequel les métaux n'étaient pas, en moyenne, mélangés tous ensemble, mais où l'un ou l'autre dominaient suivant les points, peut-être suivant la profondeur, et la même conclusion s'étend peut-être par extension à l'origine des magmas locaux, qui ont produit dans telle ou telle région des familles des roches consanguines, caractérisées ici par la prédominance de la soude, là par celle de la potasse, etc.

Quant à établir un ordre de superposition primitive dans ces métaux, que nous n'atteignons qu'à la suite de leur transport par un phénomène chimique indirect, c'est évidemment impossible; cependant, il est assez frappant que leur rareté soit, en dehors de la remarque faite plus haut sur le rôle de leurs affinités chimiques, parfois en raison inverse de leur densité, comme si les plus denses avaient eu moins de chances d'être minéralisés et emportés au jour, c'est-à-dire s'étaient trouvés d'abord plus profondément [1].

C'est donc uniquement aux calculs et aux remarques faites plus loin, dans la seconde partie de ce travail, sur la proportion relative de ces métaux, que nous pouvons recourir pour imaginer, d'une façon extrêmement problématique, cette superposition.

Il résulte de ces calculs que l'abondance relative de ces divers éléments métalliques permet de les classer en un certain nombre de groupes :

1° Plomb, zinc et cuivre (ce dernier plus rare); 2° antimoine, molybdène, cadmium, argent; 3° mercure, bismuth, tungstène, platine et or; 4° uranium et radium.

Enfin, plus bas encore, dans l'écorce terrestre, nous entrons totalement dans l'inconnu et ne pouvons même soupçonner quels éléments existent. Mais il paraît vraisemblable que même nos métaux filoniens, tout en ayant une origine relativement profonde, sont très loin, cependant, de provenir des

[1] Il ne s'agit là, bien entendu, que d'une remarque assez vague, à défaut d'un meilleur moyen d'appréciation; car, dans la proportion superficielle de ces métaux, doit également intervenir, comme pour les corps précédents, leur proportion profonde, que nous ignorons.

parties centrales, qui, depuis l'origine de la Géologie, n'ont pu avoir aucune relation avec la superficie. Nous pouvons donc, en ce qui les concerne, donner libre cours à notre imagination et supposer qu'il existe là des métaux inconnus : peut-être ceux auxquels appartiennent les raies non identifiées du spectre solaire; peut-être d'autres encore, que nous ne soupçonnerons jamais[1].

En résumé, de cette étude, qui a été, jusqu'ici, purement géologique, ressort, avec quelque vraisemblance, l'ordre de superposition suivant pour les principaux éléments chimiques qui constituent l'écorce terrestre[2].

1° Hydrogène — *Atmosphère primitive et protubérances solaires*;

2° Oxygène, azote (argon, néon)[3] — *Atmosphère*;

3° Silicium, aluminium, sodium, potassium, lithium, glucinium, magnésium, calcium (baryum, strontium) — *Ecorce silicatée*;

4° Chlore, soufre, phosphore (bore, fluor), carbone — *Minéralisateurs*;

5° Fer, manganèse, nickel, cobalt, chrome, titane, vanadium — *Ségrégations basiques de profondeur*;

6° Cuivre — *Gîtes filoniens reliés aux ségrégations basiques*;

7° Zinc et plomb; antimoine et argent; mercure, bismuth, tungstène et or; uranium et radium — *Gîtes filoniens.*

Considérons maintenant une liste des éléments chimiques classés d'après l'ordre de leurs poids atomiques et voyons si, entre la liste géologique précédente et cette liste chimique, il existe bien la relation annoncée au début de ce travail.

Dans l'ensemble, cette relation apparaît aussitôt; car on a, par ordre de poids atomiques, la série suivante :

1° Hydrogène (1);

2° Azote (14), oxygène (16);

3° Sodium (23), magnésium (24), aluminium (27), silicium (28);

4° Phosphore (31), soufre (32), chlore (34);

5° Titane (48), vanadium (51), chrome (52), manganèse (54), fer (56), nickel et cobalt (59);

6° Cuivre (64);

7° Zinc (64); argent (108) et antimoine (120); tungstène (184), or (197), mercure (200), plomb (207) et bismuth (208); radium (225) et uranium (239).

[1] Les pressions intenses que nous pouvons imaginer dans les zones profondes d'une sphère fluide (sinon dans ses parties centrales) sont évidemment propres à créer des états de la matière que nous sommes impuissants à imaginer.

[2] Je n'ai pas besoin de dire que cette classification est purement géologique et non chimique. Pendant l'impression de cet article, M. Moissan vient de publier, dans la *Revue générale de Chimie* (21 févr. et 6 mars 1904), un important travail sur la classification des corps simples.

[3] Je mets entre parenthèses les éléments tout à fait accessoires.

Mais il existe des anomalies diverses, en sorte que la comparaison à établir entre les deux listes demande une courte explication. C'est ce que nous allons faire en parcourant la série complète des éléments classés par ordre de poids atomiques.

Le premier élément que nous trouvons sur la liste est l'hydrogène (1), qui vient également en tête de notre liste géologique[1].

Cet hydrogène, qui se présente ainsi comme le corps à la fois le plus excentrique et le plus léger du Globe terrestre, ce n'est pas, rappelons-le, celui qui, actuellement, peut exister en traces à l'état libre dans l'air et qui, suivant M. A. Gautier, résulterait d'une émanation terrestre constante, causée par la dissociation profonde de l'eau dans les roches; c'est celui qui a dû exister primitivement avant de s'unir à l'oxygène pour former l'eau des mers et qui, alors, a dû former à peu près 11 °/₀ en poids de l'atmosphère; c'est l'équivalent de celui que nous retrouvons également dans les protubérances de la chromosphère solaire et dans l'incandescence des étoiles.

Immédiatement après l'hydrogène, vient l'hélium (4), qui a été, en effet, découvert à la périphérie du Soleil, où il accompagne constamment l'hydrogène.

Il est assez singulier que, sur la Terre, cet élément léger de la lumière solaire ait été seulement retrouvé, jusqu'ici, dans un minerai d'urane, c'est-à-dire associé avec un métal dont le poids atomique est particulièrement élevé et se place, dès lors, à l'autre extrémité de la série chimique. Mais ces minerais d'urane sont, de toutes façons, un problème, puisqu'en dehors des oxydes d'urane, de thorium, de cérium, de zirconium et de plomb, qui en forment la masse[2], c'est là qu'ont été découverts récemment les extraordinaires métaux radio-actifs de M. Curie. Il y a là toute une étude à peine ébauchée. Peut-être, si la détermination de l'hélium dans la clévéite est bien exacte, avons-nous là un premier cas de ces polymérisations probables, qui seront signalées plus loin, appliqué ici à l'hydrogène.

Je passe ensuite le lithium (7) et le glucinium (9), au sujet desquels j'aurai quelques mots à dire tout à l'heure, et nous arrivons maintenant au deuxième groupe des éléments atmosphériques : azote (14), oxygène (16), néon (20), auxquels s'associent, dans la série chimique, trois métalloïdes que, géologiquement, nous avons préféré placer plus bas, mais qui se trouvent pourtant déjà en quantités notables

[1] Les nombres mis ici entre parenthèses sont les poids atomiques, aux décimales près.

[2] Hillebrand avait cru y reconnaître de l'azote (On the occurrence of nitrogen in uraninite, *Bull. geol. Surv.*, n° 78, 1891, p. 43), qui, d'après W. Ramsay et W. Crookes, est, en réalité, de l'hélium.

dans l'air ou dans la mer : bore (11), carbone (12), fluor (19). Inversement, le seul élément qui nous manque est un corps nouveau, l'argon (39,9), dont le poids est presque exactement le double de celui du néon.

Puis se présente, avec une netteté toute particulière, notre troisième groupe géologique, celui de la scorie silicatée : sodium (23), magnésium (24), aluminium (27), silicium (28).

Ici, aucun élément hétérogène n'intervient dans la liste chimique ; par contre, il nous manque : à côté du sodium (23), les autres métaux alcalins, le potassium (39) et le lithium (7) ; à côté du magnésium (24), le calcium (40), le strontium (88) et le baryum (138). Mais nous pouvons être tentés de faire intervenir, à ce propos, une hypothèse, qui a déjà été formulée, depuis longtemps, en Chimie et qui se trouverait expliquer la plupart des anomalies de notre loi : c'est celle qui tend à considérer les métaux d'un même groupe chimique comme reliés les uns aux autres par une relation comparable à celle de la polymérisation. Il existe, entre les poids atomiques des éléments analogues, des relations numériques, des récurrences par séries, qui ont été autrefois indiqués par de Chancourtois et Mendéléeff. Ces relations sont précisément d'une rigueur spéciale pour le groupe alcalin :

$$\begin{aligned}\text{Sodium } (23{,}03) &= \text{Lithium } (7{,}03) + 16\\ &= \text{Potassium } (39{,}15) - 16.\end{aligned}$$

et, pour l'autre groupe qui nous offrira tout à l'heure une anomalie, nous avons de même :

$$\begin{aligned}\text{Sélénium } (79{,}1) &= \text{Soufre } (32{,}06) + 47{,}04\\ &= \text{Tellure } (127) - 47{,}9.\end{aligned}$$

Ces relations, qui n'ont jamais été formulées en une loi bien nette et qui perdent, il faut le reconnaître, de leur rigueur apparente quand on détermine plus exactement les poids atomiques, semblent néanmoins suffisantes pour laisser entrevoir, entre certains corps simples en apparence distincts, un lien intime ; et quand, dans notre série chimique, nous trouvons à sa place normale un seul élément d'un de ces groupes, généralement le principal, comme le sodium tout à l'heure et bientôt le chlore ou le soufre, au lieu des groupes complets (sodium, potassium et lithium), (chlore et fluor), (soufre, sélenium et tellure), on peut se demander si cela ne tient pas à ce que ces deux ou trois éléments d'un même groupe sont, en réalité, les représentants, diversement condensés (ou même combinés), d'un seul corps véritablement simple[1].

Après le groupe de la scorie silicatée vient, également bien caractéristique, notre quatrième groupe des minéralisateurs : phosphore (31), soufre (32), chlore (35). Le fluor reprendrait ici sa place normale si l'on était autorisé à doubler son équivalent ; le bore et le carbone, si on les triplait. Mais il est inutile de faire intervenir ce genre d'hypothèses pour remarquer l'homogénéité de ce groupe ; le soufre et le chlore sont les deux éléments essentiels, grâce auxquels ont cristallisé presque tous les minerais métallifères, et le phosphore, auquel on attribue moins habituellement un tel rôle, parce qu'il a donné des sels oxydés même en profondeur, intervient néanmoins d'une façon très constante dans les cristallisations des roches.

Plus loin, nous arrivons aux éléments essentiels de toutes les ségrégations basiques, c'est-à-dire aux métaux, qui, par une oxydation incomplète, se sont liquatés dans les roches les plus profondes. Là encore, le groupe est très remarquablement conforme à celui que nous avons obtenu directement par la Géologie : titane (48), vanadium (51), chrome (52), manganèse (55), fer (56), nickel et cobalt (59), cuivre (64).

Il est à noter que nous trouvons là, bien à leur rang, même ces éléments relativement rares, le titane et le vanadium, dont la place géologique est, en effet, dans le groupe du fer. Le platine seul, si c'est bien là sa place réelle, manquerait dans cet ensemble.

Le groupe des sulfures métallifères, qui constituent les filons concrétionnés, est ensuite représenté par des éléments que nous venons déjà d'examiner : le fer (56), le nickel et le cobalt (59), le cuivre (64), auxquels s'ajoute normalement le zinc (65). Il y manque le plomb (206), que son poids atomique relègue à une place tout à fait anormale ; mais, ici, il faut bien remarquer que, dès que nous arrivons au phénomène filonien, quelque chose de tout à fait indépendant de la densité atomique et de la répartition primitive commence à intervenir, puisque le phénomène filonien a précisément consisté dans un déplacement, dans un apport vers la périphérie des métaux, qui ont pu être empruntés à des couches très inégalement profondes par l'action des mêmes minéralisateurs, et qui ne se trouvent associés dans leurs gisements que par une communauté de propriétés chimiques, jusqu'à un certain point indépendante de la densité de leurs atomes.

Malgré cela, il est curieux de remarquer combien la classification empirique, établie plus haut en nous basant sur l'abondance plus ou moins grande des métaux (impliquant plus ou moins de facilités pour venir à la surface, c'est-à-dire une profondeur initiale plus ou moins grande), concorde à peu près avec l'ordre de grandeur des poids atomiques. On

[1] M. Berthelot a fait remarquer qu'en raison de la loi de Dulong et Petit, il ne saurait y avoir polymérisation au sens de la Chimie organique ; mais la relation, suivant lui, peut être différente.

a, en effet, successivement : antimoine (120) et argent (108); mercure (200), bismuth (208), tungstène (184) et or (197); radium (225) et uranium (239).

Il est, notamment, intéressant de trouver, tout au bout de la liste, comme le métal terrestre auquel nous pouvons attribuer l'origine la plus profonde, l'uranium, avec lequel sont, on le sait, associés tous les nouveaux métaux radioactifs et l'hélium, métal solaire. On pourrait alors, avec un peu de hardiesse, se demander si ces métaux ne nous apporteraient pas un témoignage accidentel des états spéciaux que peut prendre la matière dans les parties centrales, particulièrement chaudes et comprimées de notre planète, où l'énergie lumineuse et calorifique se serait alors associée d'une façon instable à l'énergie intra-moléculaire, pour s'en dégager peu à peu en revenant à un équilibre plus normal.

II. — Proportion relative des éléments chimiques dans l'écorce terrestre.

Jusqu'ici, nous nous sommes borné à envisager la place occupée, dans la structure primitive de la Terre, par les divers élements chimiques, et c'est seulement en passant que nous avons parfois indiqué la proportion relative de ces corps. C'est, au contraire, cette proportion qui va nous occuper seule maintenant. A diverses reprises, on a tenté, dans ces dernières années, d'évaluer en chiffres la composition chimique terrestre, c'est-à-dire de déterminer quelle part y prennent chacun des éléments énumérés tout à l'heure (du moins en ce qui concerne son écorce superficielle), et les très nombreuses analyses de roches cristallines exécutées récemment ont permis d'atteindre, dans cet ordre d'idées, une approximation de plus en plus grande. Parmi les travaux de ce genre qui vont me servir de guides, je citerai surtout ceux de MM. Clarke et Hillebrand aux Etats-Unis, où des centaines d'analyses pétrographiques ont été rassemblées et commentées, et celui de M. Johan Vogt, en Norvège, qui est spécialement consacré aux éléments rares métalliques[1].

La zone terrestre qui est accessible à nos investigations directes, ou pour laquelle il paraît licite de prolonger, sans modification appréciable, des résultats constatés ailleurs, comprend trois parties distinctes : l'atmosphère, les mers et la croûte silicatée, avec ce qu'on peut trouver accidentellement, dans cette dernière, de ségrégations basiques ou de minerais filoniens, empruntés à des zones sans doute inférieures.

Ces trois parties interviennent respectivement dans la proportion suivante :

	Poids absolu en millions de milliards de tonnes	Proportion relative
Croûte terrestre, jusqu'à 16 kilom. au-dessous du niveau de la mer (limite conventionnelle) : 6.800 millions de kilom. cubes, à une densité moyenne de 2,7	18.360	92,21
Eau de mer[1] : 1.500 millions de kilom. cubes à une densité moyenne de 1,03	1.545	7,76
Atmosphère	5,3	0,03
	19.910,3	100,00

De ces trois parties, deux sont connues chimiquement avec une approximation très grande : l'eau de mer et l'atmosphère. Malgré toutes les divergences locales que l'on rencontre, la composition de l'air et des océans varie entre de faibles limites pour des conditions déterminées; la loi de ces variations elle-même paraît bien connue, soit qu'on s'élève dans l'air, soit qu'on s'enfonce dans la mer, et il est aisé d'obtenir une analyse moyenne. La question de l'écorce terrestre est, au contraire, beaucoup plus délicate, et, même en se bornant à la portion directement accessible, soit par des érosions superficielles, soit par des travaux de mines profonds, on rencontre, pour établir des chiffres moyens, diverses difficultés, que nous allons, avant tout, examiner. Si l'on suppose cette analyse moyenne obtenue avec une précision complète, il faut encore remarquer qu'elle s'applique seulement à une zone très peu épaisse et comprenant presque uniquement les parties soulevées au-dessus du niveau de la mer. M. W. Clarke a néanmoins cru pouvoir admettre que, jusqu'à 16 kilomètres de profondeur au-dessous de la mer, les variations restaient du même ordre que dans cette partie superficielle, c'est-à-dire que l'on pouvait continuer à appliquer la même analyse moyenne. Quand même l'hypothèse ne serait pas tout à fait exacte, le degré d'approximation doit être comparable à celui que nous pouvons espérer atteindre de toutes façons; nous adopterons donc cette hypothèse accessoire, qui nous permettra de consacrer quelques calculs antérieurs.

La difficulté, à laquelle je viens de faire allusion,

[1] Clarke : The relative abundance of the chemical elements. *Bull. of the Philosoph. Soc.*, Washington, t. II, 1889; *Bull. of the U. S. geol. Survey*, n° 78, p. 35 à 43, 1891, et n° 148, 1897.

Vogt : Ueber die relative Verbreitung der Elemente, etc. *Zeits. f. prakt. Geol.*, juillet 1898.

[1] Voir de Lapparent : *Géologie*, 3e édit., p. 56 et 60. D'après ce savant, l'altitude moyenne des terres émergées est de 700 mètres et leur volume de cent millions de kilomètres cubes; la profondeur moyenne des mers est de 4.000 mètres et leur volume de 1.500 millions de kilomètres cubes.

H. Wagner, en 1895 (*Areal und mittlere Erhebung der Landflächen*), admettait seulement 1280. Le calcul de MM. Clarke et Vogt était fondé sur 1268.

pour obtenir une analyse moyenne de l'écorce terrestre, apparaît dès le premier examen et semble même d'abord plus grave et plus rédhibitoire qu'elle n'est en réalité. Il saute aux yeux que cette écorce est absolument inhomogène ; elle présente, dans un ordre confus et en quantités encore très mal déterminées, même en plan horizontal, sur les affleurements superficiels, à plus forte raison en section verticale, des roches et terrains appartenant aux types les plus divers, que la Pétrographie ou la Lithologie s'appliquent encore à démêler. On peut, dès lors, se demander si l'idée même de chercher une moyenne pour un ensemble aussi complexe et aussi hétérogène n'est pas tout à fait illusoire. Quelques remarques préliminaires permettent, cependant, de simplifier le problème et nous conduisent à une solution, dont l'exactitude approximative est prouvée par la concordance des résultats obtenus au moyen d'analyses tout à fait différentes.

La première de ces remarques, qui pourra surprendre d'abord, est que, dans une analyse moyenne de l'écorce terrestre, surtout si on l'étend jusqu'à 16 kilomètres de profondeur, on est en droit de négliger les sédiments pour se borner aux roches cristallines et cristallophylliennes.

Cela semble en contradiction avec l'importance apparente de ces sédiments sur nos cartes géologiques, dans nos explorations, nos travaux de mines et nos tranchées. Mais on peut d'abord remarquer que cette importance est toute superficielle ; si nos cartes géologiques représentaient une section terrestre faite au niveau de la mer, en supprimant par conséquent les entassements très locaux de sédiments surélevés, qui forment nos chaînes montagneuses[1], les terrains sédimentaires n'y occuperaient plus qu'une place restreinte ; ils disparaîtraient sans doute complètement à 3 ou 4 kilomètres plus bas. En général, les sédiments, qui constituent, sur l'écorce cristalline, une sorte de manteau détritique laissé par le passage des mers, y sont peu épais, sauf en des points tout à fait accidentels, où quelque lambeau sédimentaire se sera trouvé pincé et emprisonné dans une dislocation profonde. Lorsque l'un d'eux prend un développement exceptionnel, une sorte de compensation entraîne généralement la diminution des autres au même point : les zones favorables à ces grandes accumulations de sédiments, qui sont, en somme, très restreintes, s'étant sans cesse déplacées sur la superficie terrestre. 3 kilomètres de sédiments superposés (en dehors des zones disloquées montagneuses) constituent donc presque un maximum assez rarement atteint[1].

Mais, quand même la part relative de ces sédiments serait beaucoup plus grande, on aurait encore le droit de les négliger, en se fondant sur leur origine, qui est exclusivement due à la destruction et au remaniement de roches cristallines et cristallophylliennes. Puisque les matériaux des sédiments sont les mêmes que ceux des roches et n'en diffèrent que par leur groupement, l'analyse moyenne des uns doit être la même que celle des autres ; seuls, quelques principes particulièrement solubles, tels que les alcalis, ont pu aller se perdre dans la mer et (sauf dans quelques gisements de concentration saline) manquent dans les sédiments. Mais tous les autres se retrouvent sous les trois formes essentielles d'argiles, sables quartzeux et calcaires.

Pour ces derniers, cependant, l'observation vulgaire semble contredire cette affirmation ; à voir les régions de la France centrale, qui nous sont surtout familières, on croirait l'abondance de la chaux dans nos sédiments beaucoup plus grande que dans nos roches. En réalité, il n'y a là qu'un accident local dans la composition des sédiments, qui, ailleurs, par compensation, seront exclusivement argileux ou sableux ; du reste, la proportion de la chaux dans les roches cristallines est beaucoup plus grande qu'on ne le supposerait à leur aspect. Ainsi que nous allons le voir tout à l'heure, la composition moyenne des roches cristallines donnerait, répartie en matériaux sédimentaires, environ 8 °/₀ de calcaire, 37 °/₀ d'argile et 43 °/₀ de silice ; soit, pour 1 de calcaire, à peu près 4,5 d'argile et 5,5 de sable siliceux. Cette proportion théorique ne présente rien de manifestement contraire à ce que l'on peut observer dans les sédiments[2].

[1] Le calcul montre que tout le relief du sol au-dessus des mers représente à peine 100 millions de kilomètres cubes, dont peut-être 50 pour les chaînes montagneuses, tandis que l'écorce terrestre, sur les 16 kilomètres d'épaisseur considérée, en comprend 6.800.

[1] Le cas de Paris est certainement l'un des plus défavorables que l'on puisse choisir pour vérifier cette observation, puisque la série sédimentaire, régulièrement superposée, y monte jusqu'au Tertiaire. Il est pourtant bien probable qu'on ne percerait pas 2.000 mètres de sondage à Paris sans atteindre le soubassement primaire analogue à celui de la Bretagne, où l'on pourrait tomber directement sur le granit, et sinon sur quelque synclinal silurien, qui lui-même n'aurait, sans doute, pas plus de 1.000 mètres d'épaisseur. 3 ou 4.000 mètres de sondage conduiraient à peu près certainement au granit. En effet, la nappe aquifère des sables verts (Albien), qui affleure de la Nièvre aux Ardennes, a été atteinte à Grenelle à 548 mètres de profondeur ; à la Butte-aux-Cailles à 571 mètres ; à la Chapelle à 718 mètres. On peut admettre qu'elle se trouve environ à 530 mètres au-dessous du niveau de la mer. En comptant 800 à 1.000 mètres pour le Jurassique, on est peut-être au-dessus de la vérité ; puis, il est probable qu'on arriverait directement au primaire ou au primitif. Dans tout autre cas, en ajoutant toutes les épaisseurs maxima de sédiments que l'on peut trouver en divers points, on arrive à un total de 40 à 50 kilomètres ; mais ce chiffre n'a évidemment aucun rapport avec la réalité pratique en un point déterminé.

[2] D'après un calcul de M. Mellard Reade, les terrains calcaires représenteraient une épaisseur moyenne de 176 mètres sur toute l'étendue de la Terre. M. Clarke a cru devoir ajouter la proportion d'acide carbonique correspondant à ce

Laissant donc de côté les terrains sédimentaires, il ne nous reste plus qu'à obtenir une analyse moyenne des roches cristallines, calcul, qui, pour être rigoureux, nécessiterait : 1° la détermination de la place occupée par chaque grand groupe de roches (granit, diorite, etc.), c'est-à-dire l'évaluation de sa répartition en plan et en coupe verticale; 2° l'analyse moyenne de chacune de ces roches. Il est certain, notamment, qu'en prenant, comme nous allons le faire nécessairement, des analyses toutes relatives à la superficie, on doit commettre une erreur systématique, ayant pour effet d'attribuer à l'écorce une acidité trop grande. Toutes les observations géologiques prouvent, en effet, ainsi que nous l'avons admis dans la première partie de cette étude, que la basicité de l'écorce terrestre va en s'accroissant à mesure qu'on s'y enfonce, avec disparition progressive de l'oxygène, du silicium, de l'aluminium et des alcalis, c'est-à-dire des éléments acides, et augmentation du magnésium, du calcium, du fer, c'est-à-dire des éléments basiques. Cependant, M. Clarke, dont le travail est soigneusement établi, s'est borné à prendre un lot d'environ 1.500 analyses de roches, choisies à peu près au hasard en ce qui concerne le choix des types et discutées seulement en tant qu'exactitude opératoire, et c'est au moyen de ces 1.500 analyses qu'il a calculé son analyse moyenne. Ce qui tend à justifier son procédé pour les éléments un peu abondants, c'est qu'avec ces 1.500 analyses il a obtenu, en 1897, presque exactement le même résultat qu'en en prenant seulement un premier lot de 880, dans une première tentative faite en 1891, et que, lors de cette première tentative, sept ou huit groupes de 60 analyses régionales quelconques lui avaient donné des chiffres presque identiques.

L'hypothèse d'une homogénéité moyenne dans la composition de la croûte terrestre paraît donc conduire à une approximation convenable, d'autant plus rationnelle qu'en résumé presque toutes les analyses comportent les 7 ou 8 mêmes éléments dans des proportions assez analogues; ce sont les résultats de son calcul que je vais reproduire, pour ces éléments essentiels.

Pour les éléments rares ne dépassant pas 1 °/₀ et très variables d'un point à l'autre, la méthode, au contraire, n'est plus applicable, et nous serons obligés tout à l'heure de raisonner autrement.

D'après les calculs de M. Clarke, modifiés seulement sur deux ou trois points accessoires, on a (aux secondes décimales près, qui sont évidemment sans valeur) pour la composition moyenne des roches :

Silice	59,80
Alumine	15,40
Sesquioxyde de fer	2,70
Protoxyde de fer	3,40
Chaux	4,80
Magnésie	4,40
Potasse	2,80
Soude	3,60
Eau (dont 0,40 persistant au-dessus de 110°)	1,50
Oxyde de titane	0,50
Acide phosphorique	0,20
	99,10

Ou, en éléments chimiques, par ordre d'importance :

Oxygène	47,10	99,00
Silicium	27,90	
Aluminium	8,10	
Fer	4,70	
Calcium	3,50	
Sodium	2,70	
Magnésium	2,60	
Potassium	2,40	
Titane	0,30	
Hydrogène	0,20	
Chlore	0,17	
Carbone	0,10	
Phosphore	0,10	
Manganèse	0,07	
Soufre	0,06	
Baryum	0,03	
Fluor	0,03	
Chrome	0,01	
Zirconium	0,01	
Nickel	0,005	
Strontium	0,005	
Lithium	0,005	
	100,095	

Un premier résultat ressort aussitôt de ces chiffres : c'est que l'oxygène, comme je l'ai déjà annoncé, forme environ la moitié de l'écorce terrestre, résultat encore plus exact quand on tient compte de l'atmosphère et des mers; plus d'un autre quart est formé par le silicium; il reste moins d'un quart pour tous les autres corps chimiques, dont environ 8 °/₀ d'aluminium et 5 °/₀ de fer. L'écorce terrestre est donc un silicate d'alumine, de fer, de chaux, de magnésie et d'alcalis, où entrent seulement pour environ 1 °/₀ de substances étrangères[1].

chiffre (0,44 °/₀ pour l'épaisseur de 16 kilomètres) aux 0,37 °/₀ résultat de l'analyse des roches cristallines, et a obtenu ainsi une proportion de 0,81 pour toute l'enveloppe terrestre. Ce chiffre est sans doute trop fort, car c'est admettre implicitement que le carbone des calcaires vient exclusivement de l'atmosphère et non primitivement des roches cristallines, alors que celles-ci, pour 3,5 de chaux, renferment 0,37 de carbone ou environ 1 °/₀ d'acide carbonique correspondant à 1,20 de chaux. 176 mètres de calcaire doivent, en ce qui concerne la chaux, correspondre à 2.200 mètres de sédiments d'après la proportion de 8 °/₀, ou à une même épaisseur de roches cristallines remaniées.

[1] On arriverait évidemment à une grande approximation en ne considérant que les roches à structure grenue, dont les autres roches éruptives représentent, dans l'ensemble, des dérivés localement modifiés. La composition des trois suivantes, que je donne comme comparaison, est, en moyenne :

	SILICE	ALUMINE	ALCALIS	OXYDES de fer	CHAUX	MAGNÉSIE
Granite	72	14	9	2	1	0,50
Syénite	65	16	11	4	2	0,50
Diorite	52	17	6	10	7	5,0

En nous bornant d'abord aux éléments essentiels et considérant, non plus seulement l'écorce solide, mais l'ensemble de la superficie composant cette écorce, avec les mers et l'atmosphère, dans les proportions données plus haut, nous trouvons :

	POIDS atomique	ÉCORCE solide 92,20 %	MERS 7,80 %	ATMOSPHÈRE 0,03 %	ENSEMBLE de la zone superficielle	APPROXIMATION probable d'après M. Clarke
Oxygène . .	16	47,10	85,80	23	50,12	± 1/20
Silicium .	28	27,90	»	»	25,72	± 1/15
Aluminium.	27,5	8,10	»	»	7,47	± 1/4
Fer	56	4,70	»	»	4,33	
Calcium . .	40	3,50	0,05	»	3,23	
Sodium . .	23	2,70	1,14	»	2,58	± 1/3
Magnésium.	24	2,60	0,14	»	2,41	
Potassium .	39	2,40	0,04	»	2,21	
		99,00	87,17	23	98,07	

Parmi les autres éléments dont la proportion se trouve accrue, il faut compter surtout l'hydrogène, qui, au total, n'atteint encore que 0,90 °/°; accessoirement, le chlore : 0,175, le carbone 0,20, l'azote 0,02.

Il faut surtout remarquer la très faible proportion totale de ces quatre derniers éléments, sur lesquels, à défaut de calcul, on pourrait se faire illusion par suite de leur abondance relative dans les mers et l'atmosphère. Même avec la correction qu'entraîne la considération de l'eau et de l'air, les huit éléments principaux, qui, dans la première partie du travail, ont été donnés comme formant l'écorce silicatée, entrent encore pour 98 °/₀ dans le total.

Nous examinerons tout à l'heure le rôle des éléments secondaires; mais il me paraît, auparavant, utile d'essayer une comparaison entre cette zone terrestre superficielle et ce que nous pouvons, par l'analyse spectrale, connaître du Soleil.

En général, on a surtout fait cette comparaison pour mettre en évidence une analogie, qui a frappé les premiers observateurs, agréablement surpris de pouvoir identifier nombre d'éléments solaires avec des éléments terrestres. Mais le contraste réel me paraît encore plus sensible que les analogies.

Quand nous envisageons les zones successives apparentes du Soleil en nous écartant du centre, nous avons : d'abord, un bain métallique incandescent à spectre continu, la photosphère, dont la composition ne nous est révélée que partiellement par la considération des vapeurs qui s'en dégagent au-dessus, dans une couche gazeuse plus froide, la chromosphère, et que nous reconnaissons là au moyen de leurs raies d'absorption. Dans ces vapeurs, le fer domine de beaucoup, et si, à défaut d'une analyse quantitative encore impossible, nous représentons, par une image tout à fait grossière, la composition de cette chromosphère, simplement pour fixer l'ordre approximatif des grandeurs, nous avons peut-être quelque chose dans ce genre :

Fer.	65
Magnésium.	8
Nickel	6
Calcium	3,5
Aluminium	1
Sodium.	0,5
Hydrogène	0,5
Helium.	0,5
Manganèse, cobalt, titane, chrome, étain	Traces.
Corps non identifiés.	15
	100,0

De ces éléments, les plus volatils gagnent la partie supérieure et forment les protubérances de la chromosphère. On trouve surtout de l'hydrogène au-dessus des facules brillantes, et des métaux, sodium, calcium, magnésium, au-dessus des taches.

Cette composition appelle aussitôt deux remarques :

Tout d'abord, 1/3 environ des raies spectrales n'ont pas été identifiées; il existe donc, dans la chromosphère solaire, une proportion importante de métaux que nous ne connaissons pas sur la Terre.

En revanche, nous n'y trouvons pas, ou à peine, les trois éléments essentiels de l'écorce terrestre : oxygène et silicium (totalement absents au spectroscope); aluminium, très réduit. Le fer, le magnésium et le nickel, relégués généralement sur la Terre dans les ségrégations basiques profondes, sont, au contraire, prédominants sur le Soleil.

Que faut-il en conclure? que la composition générale du Soleil est différente de celle de la Terre? C'est à coup sûr possible — bien que contraire à notre désir d'unité et de simplicité, surtout pour deux astres aussi voisins, aussi dépendants l'un de l'autre, aussi logiquement attribuables à une même nébuleuse primitive. — Mais on peut, il me semble, remarquer également que ce que nous connaissons du Soleil, à savoir les vapeurs dégagées de son bain métallique fluide, forme, dans sa composition, une zone extrêmement restreinte, vraisemblablement très différente, comme position, de la zone, également très restreinte, qui nous est accessible sur la Terre. Peut-être assistons-nous sur le Soleil à la scorification même de la zone métallique, à une opération métallurgique dont la température peut aller à 7.000 degrés et dans laquelle, en même temps que les métaux se combineraient à l'oxygène et au silicium dans la photosphère, sans y être discernables, une portion d'entre eux se volatiliserait plus haut?

Envisageons maintenant les éléments secondaires autres que les huit corps chimiques principaux, dont le total forme seulement, nous l'avons vu, 2 °/₀ de l'écorce terrestre et qui constituent néanmoins le point de départ de toute notre Chimie.

Ces éléments, d'après M. Vogt, se répartissent, par ordre d'importance, environ de la façon suivante :

4 entre 1 et 0,1 °/₀ . . .	Titane, hydrogène, chlore et carbone.
5 entre 0,1 et 0,02 °/₀ . .	Phosphore, manganèse, baryum, soufre, fluor, azote.
5 à environ 0,01 °/₀. . .	Chrome, nickel, zirconium, strontium, lithium.
7 entre 0,005 et 0,0001 °/₀.	Etain, cobalt, argon, brome, iode, rubidium, arsenic, peut-être cérium, yttrium et lanthane.

En tout, il existe une trentaine d'éléments, entrant pour plus de 1 millionième dans la composition de la Terre; les quarante autres restent, pour la plupart, très loin au-dessous de cette proportion déjà si infime.

Quelques-uns de ces éléments, parmi ceux figurant au tableau précédent, demandent des observations spéciales, parce que la proportion qui leur est attribuée peut étonner à première vue; surtout, il est nécessaire d'évaluer approximativement les métaux proprement dits, dont il n'a pas été question jusqu'ici. Pour ce côté de la question, le travail de M. Vogt va nous servir de base.

Si nous prenons la liste d'après l'ordre probable d'importance numérique, nous devons commencer par le *titane*. Ayant publié récemment une monographie géologique de ce métal [1], je n'ai qu'à en retenir ici les conclusions. J'ai montré alors combien, malgré sa réputation de rareté, il était constamment diffusé dans nos roches et dans nos terrains, son point de départ paraissant être les ségrégations basiques, où le titane accompagne le fer.

J'ai également peu de chose à ajouter à ce qui a été dit plus haut pour l'*hydrogène* et le *carbone*. L'existence de ces deux éléments dans les roches profondes a été niée, et l'on a pu soutenir que, lorsqu'on les rencontrait, il y avait eu apport superficiel d'eau et d'acide carbonique. Cependant, on a beau chercher à obtenir une roche inaltérée; on n'arrive pas à la trouver exempte de ces substances [2], qui semblent, dès lors, entrer réellement dans sa composition primitive. L'action de la chaleur profonde peut alors dissocier l'eau et produire du carbure d'hydrogène, avec un peu d'hydrogène libre, ainsi qu'on le constate dans le volcanisme.

Le *chlore* entre pour environ 2 °/₀ dans l'eau de mer. On estime, en outre, que sa proportion moyenne dans les roches est comprise entre 0,02 et 0,04. Le chlore des roches existe, soit en inclusions chlorurées dans le quartz, soit à l'état de minéraux chlorurés, tels que l'apatite ou les feldspaths basiques de certaines roches, ordinairement récentes (sodalite, etc.) [1]. Cette proportion ne se trouve pas sensiblement augmentée par les grands gîtes de sel, qui représentent, dans certains terrains, un résidu d'évaporation marine.

Le nombre de ceux-ci est si faible, en effet, qu'il me paraît difficile d'estimer leur épaisseur moyenne à plus de 1 centième de celle des terrains calcaires [2], évalués eux-mêmes à 150 mètres, soit 1^{m}50 de sel, ou, par rapport à 16 kilomètres d'épaisseur, à peine 0,004 de chlore.

Nous pouvons noter, dès à présent, que la teneur en *fluor* de l'écorce est à peu près la même que celle en chlore : le premier l'emportant dans les roches acides (apatite, tourmaline, topaze, etc.), et le second dans les roches basiques.

Mais, dans les eaux de la mer, la quantité de fluor est presque nulle [3], en sorte que la proportion totale de cet élément se trouve très notablement rabaissée.

Le *phosphore* est, dans toutes les roches, un élément très constant sous la forme d'apatite. Il n'est guère de roche qui tienne moins de 0,005 d'acide phosphorique, et, souvent, la teneur est beaucoup plus forte. Dans bien des cas, son origine première paraît avoir été à l'état de phosphures de fer, manganèse ou calcium, plus rarement en association avec d'autres métaux, comme le plomb, ou les métaux du groupe du thorium, c'est-à-dire dans des conditions analogues à celles où se présentent le soufre et les autres minéralisateurs; mais, tandis que l'oxydation du soufre s'est faite uniquement à la surface par altération secondaire, celle du phosphore a pu avoir lieu en profondeur dans la croûte silicatée et l'y fixer toutes les fois qu'il se trouvait assez de chaux pour saturer l'acide phosphorique produit : ce qui est, on peut le dire, le cas constant. Après quoi, dans les altérations superficielles, le phosphate de chaux a suivi la fortune du fer et du manganèse, en se dissolvant, comme eux, par l'intervention de l'acide carbonique et se reprécipitant plus loin, quand l'excès d'acide carbonique se dégageait [4]. Les analyses de roches groupées par M. Clarke donnent une teneur moyenne de 0,09 ou 0,10 °/₀.

Le *manganèse* et le *baryum*, que nous trouvons ici, par hasard, à côté du phosphore, présentent, avec lui, dans toute la série des altérations super-

[1] *Annales des Mines*, janvier 1903.
[2] A. Gautier : *C. R.*, 1901.

[1] Je ne parle pas des chlorures visiblement secondaires, qui se produisent par altération sur les affleurements des filons de plomb, d'argent, etc.
[2] M. Vogt admet un dixième, ce qui ne change rien aux conclusions.
[3] M. Carnot (*Ann. des Mines*, 1896) a trouvé, dans l'eau de l'Atlantique, 0,00008 de fluor.
[4] Dans un Mémoire récent sur l'origine des minerais de fer scandinaves (*Ann. des Mines*, juillet 1903), j'ai montré dans quelles conditions se fait la concentration ou l'épuration du phosphore dans les minerais de fer.

ficielles, des associations de gisements, sur lesquelles j'ai insisté ailleurs. Notamment, la combinaison si fréquente du manganèse et du baryum en psilomélane est très remarquable. Ces trois corps offrent ce même caractère de se concentrer très notablement par l'intervention de l'eau chargée d'oxygène et d'acide carbonique. On en rencontre ainsi des gisements altérés, dont les proportions pourraient faire illusion sur leur abondance profonde. Néanmoins, la plupart des analyses de roches en contiennent.

Pour le manganèse, un travail spécial de M. Vogt lui a fait trouver, comme moyenne de 232 analyses relatives à des roches acides, 0,056 de protoxyde de manganèse, et, dans 141 roches basiques, 0,123. Il a admis, finalement, une moyenne de 0,075. Suivant lui, dans les roches, la proportion du manganèse au fer varie de 1 : 50 à 1 : 75.

Le baryum est également presque constant dans les feldspaths des roches, bien que les analyses ne l'y signalent pas toujours. M. Clarke et Hillebrand ont récemment montré, par d'innombrables analyses, la diffusion de ce corps, ainsi que celle du *strontium*. Le baryum peut aller de 0,03 à 0,04; le strontium s'approche de 0,01.

Ces deux éléments ont subi, dans les altérations superficielles, une concentration qui en a formé de véritables gisements, à allure parfois stratifiée pour le strontium, plus souvent filonienne pour le baryum. On sait qu'ils existent très fréquemment comme gangue dans les filons métallifères. Leur origine, dans ce cas, est problématique. Souvent, ils disparaissent alors quand on s'enfonce et doivent avoir été empruntés à la lixiviation superficielle des roches. Parfois ils semblent, au contraire, persister, et le baryum surtout accompagne le plomb, dont le poids atomique est également très élevé, comme s'ils avaient tous deux une même origine.

Le *soufre* est très abondant dans les roches, à l'état de pyrite ou de pyrrhotine, surtout dans les roches basiques ; il forme, en outre, quelques grands gisements pyriteux, qui n'accroissent pas beaucoup sa teneur moyenne.

J'ai déjà parlé tout à l'heure du *fluor* à propos du chlore. Quant à l'*azote*, il est inutile de rappeler son rôle dans l'atmosphère; son manque d'affinité ordinaire pour les autres éléments chimiques fait qu'il n'existe pas (ou, du moins, n'a pas été signalé) dans les roches.

Le *chrome* a été évalué (peut-être un peu haut) à environ 0,01 %. Il ne devient abondant que dans les roches basiques, où, comme le fait le manganèse, il tend à se substituer au fer dans un grand nombre de ses minéraux. Le groupe des péridotites renferme, en moyenne, 0,20 % de chrome; mais, par contre, il fait à peu près défaut dans les roches acides. Sa proportion paraît très analogue à celle du *nickel*, qui se présente dans les mêmes conditions, probablement un peu supérieure.

Le *zirconium* est, au contraire, un élément très habituel des roches relativement acides, où il entre à l'état d'inclusions microscopiques dans divers minéraux. Il s'est développé spécialement dans certaines syénites néphéliniques et augitiques. C'est, comme le titane et l'étain, avec lesquels il présente tant d'analogies, un métal de l'écorce silicatée plutôt que des gîtes filoniens ; mais, comme l'étain, il va du côté acide, tandis que le titane va du côté basique.

Le *lithium* est décelé par l'analyse spectrale dans la plupart des roches, surtout les roches acides ; il y est souvent dosable. On le retrouve, avec le sodium, dans les eaux thermales qui traversent ces roches, et sa proportion par rapport à ce dernier métal paraît être alors de 1 à 500. On peut, à ce propos, signaler, dans le même groupe des métaux alcalins, le *rubidium*, qui, dans les roches, accompagne le lithium et, dans l'eau de mer, est plus abondant que lui (1 de rubidium pour 1.000 de sodium).

Dans les éléments des roches acides (feldspaths et micas), on trouve également des traces très sensibles d'*étain :* l'étain semble ainsi, comme je l'ai indiqué plus haut en passant, se rattacher assez directement à la scorie silicatée, au milieu de laquelle il s'isole parfois en veines ou filons plus importants. Ses affinités connues pour le titane et le zircon font qu'il apparaît fréquemment dans le rutile et le zircon, de même que les analogies de son oxyde avec la silice expliquent son rôle dans les roches acides.

Le *cobalt* suit très fidèlement le sort du nickel dans les roches basiques. M. Vogt a trouvé, en moyenne, 1 de cobalt pour 10 de nickel. En même temps, il existe souvent, dans les mêmes gîtes, du cuivre, en proportion deux ou trois fois moindre que le nickel.

Le *brome* et l'*iode*, qui ne prennent place ici qu'en raison de leur présence dans l'eau de mer ou dans les produits d'évaporation salins, sont, dans l'écorce terrestre, des métaux extrêmement rares. Les minéraux où on les a signalés sont, presque tous, des substances altérées d'affleurements. Néanmoins, leurs relations chimiques avec le chlore sont si intimes qu'il paraît logique de les classer dans le même groupe géologique.

L'*arsenic* se rattache géologiquement au groupe du soufre, et forme, comme lui, avant tout, un élément des gîtes métallifères ; mais il existe aussi à l'état de mispickel dans les roches, au même titre que la pyrite. Sa proportion est toujours faible.

Nous arrivons enfin au groupe des métaux presque exclusivement concentrés dans les filons

et dont, comme je l'ai dit, la proportion est toujours extrêmement minime, puisqu'aucun d'eux ne forme certainement 1 millionième de l'écorce terrestre.

La production industrielle de ces divers métaux peut donner une certaine idée de leur abondance relative, bien qu'elle soit naturellement influencée par la question commerciale et que, le jour où un corps rare trouve un débouché important, comme cela est arrivé aux monazites par l'emploi de l'éclairage à l'incandescence, on en découvre souvent des quantités de gisements ignorés.

Ainsi, un métal particulièrement recherché pour ses propriétés, comme le platine, l'argent ou le cuivre, peut sembler plus abondant qu'il n'est en réalité. Par contre, si le molybdène ou le cadmium avaient plus d'applications, on en trouverait très probablement davantage. Le chiffre de la production demande, jusqu'à un certain point, à être corrigé par le prix de vente, qui devrait être en raison inverse de la production si la rareté géologique était le seul élément influençant celle-ci, et qui explique, par suite, et permet de corriger certaines anomalies.

En 1901, on a produit approximativement dans le monde :

	NOMBRE de tonnes	PRIX MOYEN de la tonne en francs.	POIDS atomique
Plomb. . . .	861.000	345	206
Cuivre. . . .	509.000	1.650	64
Zinc.	490.000	433	65,4
Antimoine. .	11.000	700	120
Argent. . . .	5.500	98.000	108
Platine . . .	5.000	1.300.000	194
Mercure . . .	3.200	6.500	200
Bismuth. . .	700	13.000	208
Or.	400	3.444.000	197
Tungstène . .	40	7.000	184
Molybdène. .	16	20.000	96
Cadmium . .	13	10.000	112
Sels d'urane .	11	22.000	239

Si l'on examine cette liste en tenant compte de la remarque précédente, notamment pour le molybdène et le cadmium, on voit qu'à part une exception très caractérisée, celle du plomb, les métaux filoniens se classent, d'après leurs poids atomiques, en quatre groupes principaux, qui correspondent assez bien, en sens inverse, à l'importance de leur production : 1° cuivre et zinc (le premier métal se rattachant, comme nous l'avons vu, géologiquement à un groupe différent); 2° antimoine, molybdène, cadmium et argent; 3° tungstène, mercure[1], bismuth, or et platine; 4° uranium.

Les observations faites sur la composition moyenne des roches conduisent même à accentuer l'isolement et la prédominance du premier groupe, qui est le seul dont on trouve fréquemment des traces dans les analyses. Le *zinc*, qui a des affinités chimiques assez fortes, paraît intervenir quelquefois à l'état de silicate; le *cuivre* se rencontre le plus souvent dans les pyrites, qui existent elles-mêmes incorporées en individus microscopiques dans diverses roches basiques.

Le *plomb* serait chimiquement susceptible d'entrer, comme le zinc et même mieux encore, dans la composition de la scorie silicatée; car il forme divers silicates et, notamment, d'après des synthèses de MM. Fouqué et Michel Lévy, il peut exister des labradors ou anorthites plombeux; en réalité, on ne le trouve à peu près jamais dans une analyse de roches, si ce n'est peut-être associé avec de l'apatite : ce qui expliquerait la formation fréquente, sur les affleurements de galène, de pyromorphite (isomorphe avec l'apatite). En revanche, son abondance filonienne est grande, comme on le sait et comme suffit à le montrer sa très forte production annuelle. Cette abondance, tout à fait imprévue pour un corps de poids atomique aussi élevé, ne paraît guère explicable que par les propriétés chimiques du sulfure de plomb.

Dans leur ensemble, tous ces métaux sont absolument exceptionnels dans les roches qui constituent l'écorce terrestre[1]. Un seul, le *platine*, que l'on exploite uniquement en alluvions, a été considéré d'habitude comme se rattachant aux péridotites, dans lesquelles il paraît en exister des traces, et c'est pourquoi nous l'avons rattaché tout à l'heure aux ségrégations basiques. Cependant, la localisation très générale du platine alluvionnaire dans les placers aurifères, la découverte d'un certain nombre de filons aurifères contenant du platine ou de l'osmiure d'iridium pourraient, comme je l'ai dit plus haut, provoquer quelques réserves relativement à l'ensemble des gisements originels du platine.

Pour quelques métaux ordinairement associés dans leurs gisements, M. Vogt s'est efforcé de calculer leurs proportions relatives, afin d'en tirer des conclusions sur la façon dont ces éléments se sont concentrés dans la métallurgie naturelle. Il a trouvé ainsi qu'il pouvait y avoir, en moyenne, 1 d'argent pour 1.000 à 5.000 de cuivre ou de plomb; 1 d'or pour 25 à 50 ou même 100 d'argent;

[1] Il est visible que la forte valeur du cuivre, d'une part, du platine et de l'or, de l'autre, détermine, pour ces métaux, une surproduction, c'est-à-dire qu'il y a lieu de les reculer sur notre liste, comme rang de rareté.

Par contre, il est possible que le mercure soit, en réalité, plus abondant qu'il ne le paraît, puisque son prix est relativement faible par rapport à celui de l'argent; cependant, il faut bien remarquer que l'argent est obtenu comme un sous-produit du plomb, du cuivre, de l'or, etc., tandis que le mercure doit être exploité généralement pour lui seul.

[1] Fr. Sandberger avait cru reconnaître la plupart de ces métaux (cuivre, bismuth, antimoine, plomb, argent, etc.) dans les silicates des roches. W. Stelzner a montré, au contraire, qu'ils n'y existent très exceptionnellement qu'à l'état de traces sulfurées.

1 de cadmium pour 100 à 1.000 de zinc; 1 de cobalt pour 10 de nickel, etc.

On constate de même que, dans les mines de pyrrhotine du Canada, il entre à peu près 1 de platine pour 50.000 de nickel et 1 d'or pour 250.000.

De tels chiffres ne peuvent être considérés que comme une indication approximative sur l'ordre de grandeur qu'il faut attribuer à chaque élément.

Ils suffisent néanmoins pour que, dans l'ensemble, nous puissions ranger à peu près les éléments qui forment l'écorce terrestre par ordre d'importance, ainsi qu'on l'a vu précédemment.

Arrivé là, on pourrait encore se demander, comme conclusion de cette seconde partie, s'il existe une loi théorique déterminant *a priori* l'abondance de tel ou tel métal, de même que, dans la première partie, j'ai cru pouvoir en établir une pour sa place originelle dans la sphère terrestre. C'est surtout dans cet ordre d'idées que des tentatives avaient été faites antérieurement à ce Mémoire, et l'on avait été parfois séduit par certaines relations, qui paraissent exister entre la rareté d'un corps et son poids atomique, surtout lorsqu'on reste dans un même groupe chimique (rubidium et césium, plus rares que le potassium; sélénium et tellure que le soufre; brome et iode que le fluor, etc.) J'ai été moi-même ici amené à invoquer une hypothèse semblable pour classer entre eux les métaux du groupe filonien. Néanmoins, je crois que, dans l'ensemble, on était sur une fausse voie en cherchant de ce côté une loi générale et que les coïncidences rencontrées avaient, en général, d'autres causes, sur lesquelles j'ai insisté au cours de cette étude. C'est ainsi que la rareté d'un métal à fort poids atomique me paraît beaucoup moins provenir directement de son poids atomique que de sa position plus centrale dans la sphère fluide, et, sans doute, cette position plus centrale est elle-même, en principe, fonction du poids atomique, comme on l'a vu plus haut; mais beaucoup d'autres phénomènes sont intervenus pour modifier l'ordre primitif, notamment les affinités chimiques ou la volatilité. Et, surtout, il faut, ce me semble, faire rentrer de plus en ligne de compte, comme donnée prépondérante, la proportion primitive des divers éléments chimiques dans la Terre. Or, cette proportion pourrait bien, il est vrai, être réglée par quelque loi géométrique de cristallisation, si l'on admettait que la Terre résulte directement d'une condensation en éléments chimiques, opérée, à la faveur de forces qui nous échappent encore, sur une matière cosmique originellement identique dans toutes ses parties. Mais la conclusion est contraire si l'on suppose que la Terre a été constituée sous sa forme individuelle par des éléments chimiques déjà formés, par le concours d'atomes ou de parcelles de matière plus ou moins grandes, ayant déjà pris, à ce moment, les caractères et la structure de nos éléments chimiques. Or, c'est cette dernière conclusion qui me paraît résulter de notre première loi. Si les éléments se sont classés, dans la sphère fluide, à des distances du centre d'autant plus grandes que les atomes étaient plus légers, il faut, en effet, que les atomes aient déjà existé dès ce moment avec le poids atomique que nous y mesurons, et alors la proportion première des éléments ne peut être que tout à fait accidentelle. Je n'ai pas besoin de faire remarquer l'intérêt que présenterait cette conclusion, si elle était admise, pour les tentatives de transmutation qui, depuis quelques années, occupent l'esprit de tant de chimistes éminents.

L. de Launay,
Ingénieur en Chef des Mines,
Professeur à l'École supérieure des Mines

LA GÉNÉRATION SPONTANÉE [1]

Le mot de génération spontanée n'a plus qu'un intérêt historique. De décisives et simples expériences ont établi, sinon que la génération spontanée est à jamais impossible, au moins que, dans les conditions expérimentales les plus diverses que nous puissions imaginer, elle ne se produit jamais.

Toutefois, il y a quelque utilité à passer rapidement en revue les théories des biologistes du passé sur la génération spontanée des êtres vivants. Plus qu'en tout autre sujet d'étude, nous apprendrons là à quel point l'opinion commune, — et même l'opinion des savants, — abusée par des apparences et se contentant de documents insuffisants, peut profondément errer.

Mais, avant d'entrer dans le court résumé historique de la question, il faut bien s'entendre sur la signification précise du mot « génération spontanée ».

D'une part, génération spontanée peut s'appliquer à la génération d'êtres nés aux dépens de par-

[1] Cette étude est destinée à prendre place dans le *Dictionnaire de Physiologie* publié, sous la direction de M. Ch. Richet, à la Librairie Alcan. — Maintenant que la question de la génération spontanée appartient au seul domaine de l'expérience, il semble utile d'en exposer l'exacte mise au point, en rappelant à grands traits les controverses qu'elle a si longtemps suscitées.

ticules organisées, c'est-à-dire provenant d'une matière vivante, mais d'une matière vivante ayant d'autres caractères spécifiques. Par exemple, quand on dit qu'un taureau mort donne naissance à un essaim d'abeilles, c'est l'*hétérogénie*, c'est-à-dire la naissance d'un être A, non pas aux dépens de la matière inerte, mais bien aux dépens d'un être vivant B, complètement différent de lui.

A côté de l'hétérogénie, il y a la génération spontanée proprement dite, création d'êtres vivants aux dépens de la matière inorganique ou inorganisée, comme, par exemple, si, en présence de l'air, aux dépens de l'eau, de l'acide carbonique et des sels minéraux, un être organisé, d'espèce déterminée, venait à apparaître. C'est là la génération spontanée proprement dite.

De fait, génération spontanée et hétérogénie sont aujourd'hui également impossibles à accepter. Il n'y a, du reste, qu'une nuance entre ces deux hypothèses : et il est tout aussi absurde d'admettre que le sang d'un poisson donne naissance à l'*Oidium albicans* que de supposer que, dans l'eau de mer, aux dépens exclusifs des matières minérales, il naîtra un *Oidium albicans*.

On verra pourtant que, si l'hypothèse de la génération spontanée proprement dite a été bientôt complètement abandonnée, l'hypothèse de l'hétérogénie, jusqu'en des temps très récents, a eu de nombreux défenseurs.

I. — Des Anciens a Redi, Harvey et Swammerdam.

Les auteurs anciens rapportent quantité de fables relatives à la naissance d'êtres procréés sans germes préalables, *prolem sine matre creatam*. Impuissants à expliquer le mode de génération des divers êtres, ils supposent que ces organismes naissent des matières en décomposition. Aristote disait que tout corps sec qui devient humide produit des animaux, pourvu qu'il soit susceptible de les nourrir[1]. Les poissons viennent du sable ; les vers, des chairs corrompues ; les chenilles naissent des feuilles ; les poux naissent de la chair, et les puces proviennent de la fermentation des ordures. Virgile raconte que les abeilles naissent du cadavre d'un bœuf, et ce n'est pas une fiction poétique qu'a imaginée le chantre des *Géorgiques ;* c'est presque une affirmation scientifique, puisque aussi bien toute l'Antiquité et tout le Moyen-Age ont accepté la légende du pasteur Aristée.

Même Van Helmont, plus crédule, s'il est possible, qu'Aristote et Virgile, admettait la génération spontanée des souris, et il donne la curieuse recette de la procréation des souris :

« Les odeurs qui s'élèvent du fond des marais produisent des grenouilles, des limaces, des sangsues, des herbes. Si l'on enferme une chemise sale dans l'orifice d'un vase renfermant des graines de froment, le ferment sorti de la chemise sale, modifié par l'odeur du grain, donne lieu à la transmutation du blé en souris après vingt et un jours environ. Les souris sont adultes ; il en est de mâles et de femelles, et elles peuvent reproduire l'espèce en s'accouplant[1] ».

Le père Kircher, au milieu du XVIIe siècle, croyait que la chair des serpents, desséchée et réduite en poudre, peut donner naissance à des vers qui deviennent serpents.

Mais voici enfin la méthode expérimentale ; et, tout de suite, un peu de clarté apparaît.

En 1638, Fr. Redi fait une expérience très précise... « Je commençais, dit-il, à soupçonner que tous les vers qui naissent dans les chairs y sont produits par des mouches et non par ces chairs mêmes, et je me confirmais d'autant plus dans cette idée que... j'avais toujours vu des mouches voltiger et s'arrêter sur les chairs, avant qu'il y parût de vers... *Sed vana fuisset nullo experimento firmata dubitatio.....* C'est pourquoi, au mois de juillet, je mis dans quatre bouteilles un serpent, quatre petites anguilles et un morceau de veau. Je bouchai exactement ces bouteilles avec du papier que j'arrêtai sur le goulot en le serrant avec une ficelle ; après quoi je mis les mêmes objets dans autant de bouteilles que je laissai ouvertes. Or, peu de temps après, les poissons et les chairs des bouteilles ouvertes se remplirent de vers ; et je voyais les mouches y entrer et en sortir librement ; mais je n'ai pas aperçu un seul ver dans les bouteilles bouchées, quoiqu'il se fût écoulé plusieurs mois... Dans d'autres expériences, il me fut prouvé qu'il ne se formait jamais de vers dans les chairs enfouies sous la terre, quoiqu'il s'en formât sur toutes les chairs sur lesquelles les mouches s'étaient posées[2] ».

En même temps que Redi faisait cette démonstration expérimentale, Harvey, dans son livre sur la génération des animaux (*Exercit. de generatione animalium*), formulait le grand principe : *Omne vivum ex ovo.* Mais, ne connaissant que d'une manière imparfaite le système de génération des Insectes et des Invertébrés, il n'applique le mot *ovum* qu'à l'œuf des Mammifères, de sorte que le *Omne vivum ex ovo* signifie seulement qu'il y a chez les Mammifères, comme chez les Oiseaux, une ponte ovulaire ; ce qui est déjà en soi une admirable découverte, quoiqu'elle ne s'applique pas

[1] *Hist. des animaux*, 1783, I, 313.

[1] Cité par Pasteur : *Rev. des cours scient.*, 1864, 258.

[2] *Experimenta circa generationem insectorum*, Amsterdam, 1686.

à l'hypothèse de la génération spontanée. Il semble même donner au mot *ovum* une acception beaucoup plus large que celle que nous lui attribuons aujourd'hui : « *Id commune est ut ex principio vivente gignuntur, adeo ut omnibus viventibus primordium insit ex quo et a quo provenient... Omnes generationes animalium moti in hoc uno conveniunt quod a primordio vegetali tanquam e materia efficiente virtute dotata, oriantur : differun autem, quod primordium hoc vel sponte et casu erumpat vel ab alio præexistente tanquam fructus proveniat*[1] ».

Cette doctrine est, à vrai dire, celle de l'hétérogénie ; naissance d'être vivants aux dépens de matière vivante provenant d'autres êtres qu'eux. Harvey n'a pas été formellement explicite sur l'axiome : *Omne vivum ex ovo*, et ce n'est pas sans quelque raison que Valentin et Burdach se refusent à le compter parmi les adversaires de la génération spontanée.

Au contraire, Swammerdam (1669) s'est très nettement prononcé. Il n'a pas de peine à prouver que les Abeilles ne naissent pas des produits en décomposition : « Quoique ce soit, dit-il, le comble de l'absurdité d'imaginer que la pourriture soit capable d'engendrer des animaux aussi bien organisés que le sont les Abeilles, c'est cependant l'opinion de la plus grande partie des hommes, parce que l'on juge sans vouloir rien examiner ».

Réaumur s'élève, lui aussi, contre l'opinion de l'origine spontanée des larves des galles : « Nous n'avons plus besoin, disait-il en 1737, de combattre le sentiment absurde dans lequel on a été pendant si longtemps sur l'origine des insectes des galles. Il n'est plus de philosophe qui osât soutenir avec les Anciens, peut-être même n'en est-il plus de capable de penser, que quelques parties d'une plante peuvent, en se pourrissant, devenir un ver, une mouche, en un mot un insecte, qui est un assemblage de tant d'admirables parties ».

Ainsi, au milieu du XVIIIe siècle, l'hypothèse de la génération spontanée, grâce à Redi, Swammerdam Vallisnieri et Réaumur, était complètement abandonnée pour les insectes et les parasites, et il est probable, dit H. Milne-Edwards, qui a fait une excellente étude, à laquelle nous avons beaucoup emprunté, de toute cette histoire[2], que ces faits auraient suffi pour faire justice de l'hypothèse des générations spontanées, si le microscope, découvert par Leeuwenhoek, n'eût fait naître d'autres difficultés, pour l'explication desquelles on eut de nouveau recours à des suppositions analogues à celles dont la fausseté venait d'être reconnue pour les animaux non microscopiques.

[1] *Exerc. de general. animal.*, p. 270.
[2] *Leç. sur l'Anat. et la Physiol. comparées*, 1863, VIII, 245.

II. — De Needham et Buffon a Pasteur.

Aujourd'hui que, grâce à Pasteur, nous savons que les germes sont répandus partout, il ne nous est pas difficile de comprendre qu'une infusion de foin, de la colle de pâte, du sang, du lait ou de l'urine qu'on abandonne à l'air libre, sans avoir aucune précaution de stérilisation, se remplissent rapidement d'infusoires, de champignons, de bactéries et d'organismes divers. Mais cette donnée élémentaire manquait alors. Ce qui nous paraît si simple et si évident était absolument inconnu. On ignorait qu'il y avait des germes partout, et alors, en voyant au bout de quelques heures une infusion de foin fourmiller d'infusoires, on en concluait que ces organismes s'y étaient développés spontanément.

Les anguillules de Needham furent célèbres pendant tout le XVIIIe siècle, et, malgré les railleries de Voltaire, dont la perspicacité scientifique fut ce jour-là vraiment remarquable, elles passèrent pour une preuve éclatante de la génération spontanée : « Un jésuite irlandais, nommé Needham, qui voyageait en Europe en habit séculier, fit des expériences à l'aide de plusieurs microscopes. Il crut apercevoir dans de la farine de blé ergoté, cuite au four et laissée dans un vase purgé d'air et bien bouché, il crut apercevoir, dis-je, des anguilles qui accouchaient bientôt d'autres anguilles. Il imagina voir le même phénomène dans du jus de mouton bouilli. Aussitôt plusieurs philosophes s'efforcèrent de crier merveille et de dire qu'il n'y a point de germes ; tout se fait, tout se régénère par une force vive de la Nature. De bons physiciens furent trompés par un jésuite. M. Spallanzani a montré que Needham n'avait pas pris toutes les précautions nécessaires pour détruire les germes qui auraient pu se produire dans les infusions, et que, quand on prend ces précautions, on ne trouve pas d'animaux[1] ».

Malgré Voltaire, Buffon se rattacha complètement à cette doctrine. Il admit l'existence de *molécules organiques* pouvant se reproduire par un assemblage fortuit : « Plus on observera la Nature, dit-il, plus on reconnaîtra qu'il se produit, en petit, beaucoup plus d'êtres de cette façon que de toute autre. On s'assurera de même que cette manière de génération est non seulement la plus fréquente et la plus générale, mais la plus ancienne, c'est-à-dire la première et la plus universelle... Ces molécules organiques se trouvent en liberté dans la matière des corps morts et décomposés ; elles remuent la matière putréfiée et forment, par leur réunion, une multitude de petits corps organisés,

[1] Voltaire : *Dict. philosoph.*, art. « Anguilles ».

dont les uns, comme les vers de terre, les champignons, paraissent être des végétaux ou des animaux assez grands, mais dont les autres, en nombre presque infini, ne se voient qu'au microscope. Tous ces corps n'existent que par une génération spontanée...; tous les prétendus animaux microscopiques ne sont que des formes différentes que prend d'elle-même, et suivant les circonstances, cette matière toujours active et qui ne tend qu'à l'organisation ».

Ainsi, selon cette grandiose et logique théorie, il existerait une matière organique composée de molécules, et ces molécules tendraient constamment à se différencier sous les aspects les plus divers et à revêtir des formes vivantes variées, par des transmutations et transformations perpétuelles.

Mais il ne faut juger des théories, ni d'après leur ingéniosité, ni d'après la grandeur de leurs conséquences; il s'agit seulement de savoir si elles sont vraies. Or, quoique Frémy ait tenté de vérifier cette fantaisiste conception, la théorie des molécules organiques indifférentes est absolument erronée. Rien ne l'appuie, et tout l'infirme.

Elle n'a pas cessé cependant d'être soutenue, et, jusqu'à ces derniers temps, elle a encore trouvé des défenseurs. Des expériences mal faites, hâtivement élaborées et maladroitement conduites, ont été la cause de cette longue erreur.

Nous allons exposer ces raisons, à notre sens détestables, que les partisans de la génération spontanée ou de l'hétérogénie ont fait valoir; et si, à l'heure présente, beaucoup de ces arguments nous paraissent enfantins et ridicules, c'est que les vérités acquises sont devenues tellement élémentaires à nos yeux que nous n'arrivons pas à nous imaginer l'état d'esprit des hommes qui ne connaissaient pas ces vérités.

Ce qui nous surprend le plus, c'est que de soi-disantes expériences sont invoquées. Wymann[4] met dans un vase du corail et de l'eau distillée. Au bout de quinze jours, il voit se former de la matière verte, puis des conferves, puis des *Cyprides detextæ*; plus tard, il se forme des *Daphnies*. Fray (1817), dans un *Essai sur l'origine des corps inorganisés et organisés*, prétend qu'il se forme des Infusoires sous l'influence de l'hydrogène et de l'azote, dans des flacons remplis d'eau distillée : il va même jusqu'à y admettre la naissance de vers de terre et de limaçons. Gleichen (1799) dit que, pour le développement des Infusoires aux dépens de l'eau, l'eau de rosée est particulièrement féconde. Wrisberg, qui créa le nom d'infusoire (1765), insiste sur l'importance de l'oxygène pour la génération de ces animaux; car une couche d'huile empêche le développement. Treviranus (1822) croit à la puissance du chlorure de sodium et du nitrate de potasse. Gruithuisen dit que, si l'on fait infuser du granit dans l'eau pure (!), il se développe des Infusoires. L'insolubilité absolue du granit n'empêche pas Burdach d'admettre l'authenticité de cette étrange expérience.

D'ailleurs, Burdach, quoique son grand ouvrage de Physiologie date de 1837, est d'une crédulité extraordinaire. Il admet que la formation des Infusoires dépend de trois éléments : air, eau et substances solides. Selon la nature de ces substances, les Infusoires sont différents, comme aussi selon les proportions d'air et d'eau.

Les objections de Ehrenberg et de J. Müller ne l'embarrassent pas. Ehrenberg, qui fut un admirable observateur, dit que les germes des Infusoires préexistent dans l'eau. Or, dit Burdach, on ne voit pas ces germes : donc ils n'existent pas; et même s'il y a des germes, c'est tout comme s'il n'y en avait pas; car l'ébullition n'empêche pas le développement des Infusoires. Suit alors cette affirmation erronée, tant de fois reproduite par les défenseurs de l'hétérogénie : « Qu'on fasse bouillir une substance (solide organique) aussi longtemps qu'on voudra, qu'on la mette, chaude encore, dans des flacons préalablement échauffés et que, sur le champ, on bouche ceux-ci d'une manière hermétique, il se produit cependant des Infusoires (p. 23) ».

Burdach répète les expériences de Gruithuisen et autres : « J'ai fait avec Hensche et Baer des expériences *décisives* sur des matières dont aucune ne pouvait contenir d'œufs susceptibles de se développer : de la terre fraîche, qui n'exhalait point d'odeur, et dans laquelle on n'apercevait rien d'étranger, fut bouillie pendant longtemps avec une grande quantité d'eau, et la liqueur réduite fut mise, avec de l'eau récemment distillée et du gaz oxygène, dans des ballons bouchés à l'émeri, et l'on obtint des matières vertes de Priestley... Des morceaux de granit, qui viennent d'être détachés du milieu du bloc, furent enfermés avec de l'eau distillée et du gaz oxygène, et ils donnèrent au soleil de la matière verte avec des filaments confervoïdes ».

Et, comme J. Müller, dont l'esprit pénétrant ne se laissait pas abuser par les apparences, objecte (1833) que les instruments employés eussent dû être débarrassés de toute les particules organiques susceptibles d'y adhérer, Burdach, dans son aveuglement, dit : « Je ne vois là qu'un parti pris de nier la possibilité d'une expérience décisive plutôt que de renoncer à une hypothèse favorite ». Hélas! il ne faudrait presque jamais dire, en fait de science, qu'on tient une expérience décisive.

Pour ce qui est de la génération spontanée, Bur-

[4] Cité par Adelon : *Physiologie de l'homme*, 1831, IV, 3.

dach admet tout. Il dit que les Entozoaires se forment dans l'intestin. Tout ce qui affaiblit l'activité vitale, dit-il, contribue à la formation des Entozoaires : par exemple, les émotions morales, comme la frayeur, contribuent à la naissance de nombreux Entozoaires. Il y a des Entozoaires dans le cristallin, dans les œufs, dans les embryons, dans les fœtus : comment expliquer leur genèse, sinon par une génération sans germes ?

Burdach étend cette conception de la génération sans germes jusqu'à des êtres très compliqués et très parfaits. Il n'ose pas affirmer que, si, après un incendie de forêt, des plantes nouvelles apparaissent, ç'a été sans germes préalables de ces plantes; mais on voit bien qu'il penche vers cette opinion absurde.

Il nous paraît inutile de réfuter ces hypothèses. Aussi bien, de 1840 à 1864, l'effort des partisans de la génération spontanée ne porte-t-il plus que sur la génération des organismes microscopiques. Les découvertes de Siebold, Leuckhart, Küchenmeister, Van Beneden, prouvèrent la migration des œufs des Entozoaires; les observations de Darwin et des autres biologistes établissent la prodigieuse dissémination des graines dans les eaux, les terres et les airs, partant la possibilité de générations en apparence spontanées. Au contraire, pour les organismes microscopiques, la démonstration était plus difficile à faire.

III. — Expériences de Pasteur.

Actuellement, grâce à Pasteur, grâce à ses disciples, qui furent innombrables, et dont le premier en date, et non le moins illustre, fut probablement Tyndall, la lumière est faite; mais, de 1860 à 1884, on peut citer divers Mémoires où il est admis que des organismes vivants peuvent naître sans germes préalables dans des liqueurs organiques[1].

Si nous nous sommes permis de dire que la question n'avait plus d'intérêt scientifique, c'est qu'il est maintenant démontré que tous les organismes qu'on voit se développer dans les liquides organiques y ont été introduits ou y préexistaient, soit à l'état d'organismes adultes, soit à l'état de germes.

Il est prouvé, par des milliers et des milliers d'expériences, qui se répètent chaque jour avec des résultats identiques et constants, que, si l'on empêche les germes extérieurs de pénétrer dans un liquide chauffé à 120° pendant dix minutes, jamais il ne s'y développe un seul organisme.

Pouchet a beau dire : « Ingenhousz, Mantegazza, Joly, Musset, Jodin, Wyman fermaient *sévèrement* l'accès aux germes de l'air »; nous savons aujourd'hui que cette sévérité n'était qu'apparente; car, depuis que Pasteur a montré que les germes sont partout, on sait leur fermer la voie ; et la conviction des innombrables expérimentateurs qui ont fait, depuis 1865, des ensemencements dans des ballons stériles, est tellement forte que, si nous voyons un ballon de culture soigneusement stérilisé qui se trouble, pas une minute nous n'hésitons à conclure qu'il a été commis une faute de technique. De fait, chaque fois qu'on évite les fautes de technique, le ballon reste stérile.

La discussion poursuivie par Pasteur, dans une série d'expériences mémorables, porte donc principalement sur la technique; et il est facile de résumer en quelques propositions les points principaux qu'il a si bien mis en lumière :

1° Si l'on prend, dans des conditions qui excluent rigoureusement l'introduction de germes étrangers, un liquide organique comme le sang, le lait, l'urine (dans des conditions non pathologiques), et si l'on empêche l'accès de l'air chargé de germes, le liquide organique ne s'altère pas.

Or, cette expérience a été si souvent répétée depuis qu'elle est devenue l'une des bases de la science biologique. On peut recueillir aseptiquement de l'urine, du lait, du sang, et introduire ces liquides, à l'abri de l'air sporifère, dans des ballons stérilisés, sans qu'il se développe de micro-organismes, même au bout d'un très long temps.

Rien n'est plus instructif que cette fondamentale expérience : car on pourrait supposer, au cas même où il se développerait des germes, que des germes y étaient au préalable contenus. J'ai pu prouver, en collaboration avec L. Olivier, que, dans les chairs de poissons, prises aseptiquement, il se développe presque toujours des organismes microbiens, des coccus qui prolifèrent; mais nous n'avions aucun droit de supposer — et nous n'y avons pas, d'ailleurs, songé un seul instant — qu'il y eût là génération spontanée. Nous avons implicitement admis que ces germes, apportés avec la circulation lymphatique (qui est ouverte, chez les Poissons), pré-

[1] Nous nous contenterons de citer les titres de quelques-uns de ces travaux, en rappelant qu'ils n'ont plus guère aujourd'hui qu'un intérêt documentaire. Joly et Musset : *Réfutation de l'une des expériences capitales de M. Pasteur, suivies d'Études physiologiques sur l'hétérogénie* (*Monit. scientif.*, 1862, IV, p. 753-759). — Schaaffhausen : *Recherches sur la génération spontanée* (*Cosmos*, 1863, p. 632). — Bastian : *On some heterogenetic modes of origin of flagellated monads, fungus germs and ciliated infusoria* (*Proc. Roy. Soc. London*, XX, 1871, p. 239-264). — Wyman : *Experiments on the formation of infusoria in boiled solutions of organic matter in hermetically sealed wessels and supplied with pure air* (*Americ. Journ. of Science*, 1862, XX, XIV). — Musset : *Nouvelles recherches expérimentales sur l'hétérogénie* (*Th. de doct. ès sciences*, Toulouse, 1862). Le Mémoire le plus complet et le plus sérieux qui ait été entrepris sur la question est celui de F.-A. Pouchet : *Nouvelles expériences sur la génération spontanée et sur la résistance vitale* (1 vol. in-8°, 268 p., Paris, Masson, 1864).

existaient dans les chairs recueillies (1882)[1]. Aussi, lorsqu'on voit du sérum recueilli aseptiquement rester stérile, peut-on en conclure, avec une rigueur absolue : d'abord qu'il ne contenait pas de germes capables de se développer; ensuite, que, dans un liquide organique, qui ne contient pas de germes et dans lequel on n'introduit pas de germes, aucun organisme ne se développe.

Que l'on vienne à prouver que le lait, l'urine, le sang, recueillis aseptiquement, donnent des cultures, cela ne prouvera nullement qu'il y a eu génération spontanée; on n'aura pas le droit de conclure à autre chose qu'à la présence préalable de germes dans ces liquides, hypothèse presque nécessaire, puisque ce développement de germes n'est qu'accidentel et non constant.

On voit que, loin d'appuyer l'hypothèse d'une génération spontanée, l'altération, en apparence spontanée, des liquides organiques, qui s'observe quelquefois, contribue à infirmer la conception d'une naissance spontanée des germes.

2° Les liquides organiques ainsi conservés stériles ne sont stériles que parce que les germes n'y ont pas pénétré. Car il suffit d'y introduire de l'air non tamisé par le coton, ou non stérilisé par la chaleur, pour voir aussitôt la pullulation des organismes s'y faire avec une intensité extraordinaire.

L'expérience de Pasteur est, à cet effet, d'une simplicité élégante et admirable. Dans un ballon contenant un liquide stérile, on fait passer de l'air plus ou moins impur, mais qui est filtré sur du coton. Le coton retient toutes les particules solides, et le liquide reste indéfiniment stérile. Mais, qu'on vienne à faire tomber une parcelle de ce coton chargé de germes dans le liquide, et aussitôt de nombreux organismes y apparaissent.

Donc on n'a nullement altéré l'aptitude du liquide à servir au développement des micro-organismes; on a tout simplement éliminé l'introduction de germes. On introduit un germe, et il pullule, toutes conditions restant égales pour la température, l'air, et l'état chimique du liquide. Donc, s'il n'y avait pas de développement, c'était à cause de l'absence de germes.

3° La température de 100° ne suffit pas à détruire les germes. La méconnaissance de ce fait constitua probablement l'une des essentielles erreurs des hétérogénistes. Même Schwann, d'abord, puis Pasteur, au début de ses recherches, avaient pensé que l'ébullition est suffisante. Mais, aujourd'hui, nous savons qu'il est des germes résistant à une ébullition de 100° longtemps prolongée; dans certains cas, pour les spores du *B. subtilis*, par exemple, il est probable que la chaleur sèche de 100° ne détermine jamais, même au bout de plusieurs heures, la perte de germination de ces spores. Du lait chauffé à 100°, même pendant quatre ou six heures, n'est pas stérilisé. De si nombreuses expériences, rapportées par tous les physiologistes et les hygiénistes, établissent si bien le fait qu'on ne peut le révoquer en doute.

Par conséquent doivent être considérées comme non avenues, et entachées d'une énorme faute de technique, toutes les expériences de Joly, Musset, Pouchet, Schaafhausen, Bastian, Wyman, dans lesquelles on s'est contenté de faire bouillir des liquides, en s'imaginant que, par ce procédé, on les avait stérilisés. Que dire alors de l'affirmation de Pouchet, qui déclare (p. 35) que les spores et les œufs meurent tous à 80° ! !

L'objection que le liquide chauffé à 110° n'est plus cultivable est absurde; car on arrive sans peine à faire pousser dans ce liquide les mêmes organismes qui s'étaient développés soi-disant spontanément dans le liquide non chauffé et non stérilisé.

Nous pourrions insister sur les détails des inébranlables preuves qu'a données Pasteur, dans la série de discussions qu'il a soutenues avec une énergie juvénile, à l'aide d'expériences ingénieuses sans cesse renouvelées, contre Wyman et Pouchet, Joly et Bastian. Mais il nous semble que ce serait peine superflue; car aussi bien, aujourd'hui (1904), il n'est plus un seul physiologiste qui ose soutenir l'idée de la génération spontanée ou de l'hétérogénie.

Ajoutons enfin que, si grand que soit le mérite de Pasteur, il n'a pas été le premier à instituer de belles expériences à cet effet. Spallanzani, dont le nom, dit H. Milne-Edwards, revient toutes les fois qu'il s'agit d'élucider une des grandes questions de la Physiologie générale, avait, en 1765, montré qu'une infusion chauffée dans un ballon fermé par un tampon de coton, reste stérile, alors que des infusions chauffées de même, mais que ne protégeait pas un tampon-filtre de coton, se remplissent d'animalcules. Les expériences de Spallanzani sont extraordinaires de simplicité et de netteté. Je me contenterai de citer ces paroles, presque prophétiques : « Il ne me paraît pas possible d'attribuer la naissance des animalcules à d'autres choses qu'à des petits œufs ou à des semences ou des corpuscules préorganisés, que je veux appeler et que j'appellerai du nom générique de *germes* ». Cagniard Latour (1828), Schultze (1835), Schwann (1837), H. Milne Edwards (1839), avaient publié des expériences analogues; Van Brœk, en 1860[1], avait annoncé que du jus de raisin frais, du sang artériel, de la bile et de l'urine, si on les recueille à l'abri de l'air, se maintiennent

[1] *B. B.*, 669, et 1883, 588-594.

[1] Cité par Straus : *Arch. de Méd. exp.*, I, 1889, 341.

sans putréfaction presque indéfiniment. Mais ces expériences laissaient toutes quelque place à la critique, tandis que celles de Pasteur sont inattaquables, et en réalité, depuis 1865, par chaque expérimentateur, elles ont été confirmées dans tous leurs détails[1].

IV. — La théorie de la génération spontanée après Pasteur.

Si, après des démonstrations aussi éclatantes que celles de Pasteur, quelques affirmations isolées ont apparu, ce sont encore des fautes de technique qu'il faut accuser. Onimus, puis Legros et Onimus, ont placé des œufs de poule à membrane intacte dans des liquides en fermentation, et ils ont vu se développer des phénomènes de fermentation dans l'œuf[2]. Mais, d'abord, ils n'ont pas tenu compte de ce fait, maintenant démontré, notamment par Gayon[3], que l'oviducte de la poule n'est pas stérile et contient (ou peut contenir) des germes; ensuite, que des spores peuvent parfaitement traverser des membranes animales. On sait que les filtres poreux, très serrés, plus imperméables peut-être que les membranes animales, laissent passer les germes au bout d'un certain temps; car ceux-ci s'insinuent dans les interstices de la membrane poreuse. Et que dire de cette expérience d'Onimus, qui prend une membrane de baudruche, mise dans l'étuve sèche à 100°, puis retirée, pour recueillir du sang. Il y a là des causes de contamination par les germes extérieurs telles qu'une pareille expérience ne prouvera jamais rien. Les objections de Bastian ne sont pas plus valables[4]. Pasteur a répondu à Bastian[5] en démontrant que la potasse diluée, employée pour neutraliser l'urine, devait être stérilisée, et que les précautions contre la contamination n'avaient pas été prises avec une rigueur suffisante; car l'altération de l'urine n'a jamais lieu quand elle a été recueillie aseptiquement, dans des ballons bien stérilisés, sur des individus normaux.

Les tentatives de Huizinga[1] sont restées sans écho, et avec raison. Les hypothèses indémontrées de Béchamp, encore qu'il ait écrit un gros livre sur les microzymas[2], ne méritent pas plus de créance. Il suffira, *brevitatis causâ*, d'indiquer son expérience sur le lait (p. 169) : « J'ai fait arriver le lait d'une vache, au moment où on la trayait à l'heure accoutumée, dans un appareil très propre, contenant un peu d'eau créosotée, plein d'acide carbonique, et traversé par un courant de ce gaz pendant qu'on le remplissait. Le lait coulait dans l'appareil à l'aide d'un entonnoir muni d'un linge fin, préalablement lavé à l'eau bouillante et créosotée. L'appareil ayant été transporté au laboratoire, et mis à l'étuve, le surlendemain ce lait était caillé ». Ce qu'il y aurait de surprenant dans une expérience ainsi faite, c'est qu'au bout de vingt-quatre heures il ne se fût pas produit de coagulation et de fermentation du lait recueilli de cette manière.

Il est vrai que, d'après A. Béchamp, les microzymas sont détruits par la chaleur. Mais alors quelle différence existe-t-il entre les microzymas de Béchamp et les germes de Pasteur? D'autant plus que, pour Béchamp, les microzymas ont leur spécificité. Il y a des microzymas pour la fermentation lactique, d'autres pour la fermentation alcoolique, d'autres pour les maladies. De sorte que, tout compte fait, à la bien considérer, la théorie des microzymas ne diffère de la théorie des germes qu'en ce qu'elle est fondée sur des expériences imparfaites, au lieu que la théorie des germes s'appuie sur des expériences irréprochables.

Les publications plus récentes de A.-P. Fokker présentent de notables points de ressemblance avec la théorie des microzymas de Béchamp[3]. Le fondement principal de l'opinion de Fokker, c'est la discordance entre le nombre des microbes qu'on constate dans un liquide et le nombre des colonies de ce microbe qu'on réussit à cultiver artificiellement. On conçoit combien ces considérations sont fragiles, à cause de l'inexactitude effrayante des méthodes de numération : elles sont donc, par conséquent, impuissantes à modifier toute l'imposante doctrine de la spécificité des organismes.

Nous ne parlerons ici que pour mémoire de la théorie de Liebig sur le *mouvement communiqué*, et de celle de Frémy, proche parente de la théorie de Liebig, sur les *hémi-organismes*, car elles sont tombées l'une et l'autre dans un oubli mérité.

---

[1] Voir, pour les travaux de Pasteur, les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, notamment de 1860 à 1866, *passim*. — *Mémoire sur les corpuscules organisés qui existent dans l'atmosphère. Examen de la doctrine des générations spontanées* (*Ann. de Chim. et de Phys.*, (3), LXIV, 1862, 110 p.). — Voy. aussi, pour l'historique, Chamberland : *Rech. sur l'origine et le développement des organismes microscopiques*, Thèse de la Faculté des Sciences, Paris, 1879. — Tyndall : *Les microbes*, 1882.

[2] Onimus : *Exp. sur la genèse des leucocytes et sur la génération spontanée. J. de l'An. et de la Phys.*, 1867, IV, 47-70, et *C. R.* 1874, LXXIX, 173-176. — Legros et Onimus : *Exp. sur la génération spontanée. J. de l'An. et de la Physiol.*, 1872, VIII, 241-245.

[3] *Rech. sur les altérations spontanées des œufs. Ann. scient. de l'Ecole Normale Sup.*, 1875, IV, 204-303.

[4] *The beginnings of life, being some account of the nature, modes of origin, and transformations of lower organisms.* 2 vol. in-8°, London, 1872, et *Lancet*, 1876, (1), 206-208; *Brit. med. Journ.*, 1876, (1), 157-159, 222; et (2), 39, 73.

[5] *Note sur l'altération de l'urine, à propos d'une communication du* Dr Bastian. *C. R.*, 1876, LXXXIII, 176-180.

---

[1] *Zur Abiogenesis Frage; A. g. P.*, 1873, VII, 549; 1874, VIII, 180, 551; 1875, X, 62.

[2] *Les Microzymas*, Paris, J.-B. Baillière, 1883.

[3] Fokker : *Untersuchungen über Heterogenese. I. Protoplasma Wirkungen.* 8°. Groningen, 1887. IV. *Die Granula der Milch*, 8°. Noordhoff, Groningen, 1901, p. 102.

Quand elles ne sont pas de la théorie pure, elles ne reposent que sur un petit nombre d'expériences imparfaites.

On peut, dans une certaine mesure, rattacher à la théorie des générations spontanées la théorie du blastème défendue par Ch. Robin[1].

A la rigueur, la formation d'un blastème n'est pas tout à fait de la génération spontanée; car le protoplasma est matière vivante, et, quoique les cytologistes tendent aujourd'hui à considérer que le protoplasma amorphe sans noyau est infécond, nous pouvons concevoir un état (amorphe en apparence) de la matière organisée, qui n'est amorphe qu'en apparence, par suite de l'imperfection de nos procédés optiques. Nocard et Roux n'ont-ils pas décrit une bactérie tellement petite qu'elle est à la limite de la perception visuelle? Il ne serait donc pas impossible que la cellule, sans noyau et sans membrane, réduite à son seul protoplasma ayant alors forme d'un liquide, fût capable de segmentation.

Mais Ch. Robin va plus loin; il dit lui-même : « De la genèse des éléments anatomiques à l'hétérogénie, il n'y a qu'un pas, et réciproquement » (p. 397). Il tend donc à admettre l'hétérogénie, comme il admet la production de cellules dans un liquide organique sans noyau. Il reproduit les observations de Trécul[2], et, tout en reconnaissant que les preuves de l'hétérogénie sont faibles, il la considère comme vraisemblable et probable : *une accumulation* de probabilités sans apport de faits convaincants, c'est-à-dire vérifiables par épreuve et contre-épreuve.

En réalité, les examens microscopiques n'ont, dans l'espèce, aucune valeur. Même en supposant — ce que contestent les micrographes les plus experts — que ces examens soient irréprochables, ils ne pourront jamais entraîner la conviction. Ce n'est pas par l'examen anatomique qu'on pourra montrer dans tel ou tel tissu l'absence de germe, et je ne vois pas bien encore par quel détour de discussion on renversera ce fait fondamental : *recueillis dans des conditions rigoureusement aseptiques, les liquides organiques ne s'altèrent jamais, alors que, pris dans des conditions d'asepsie non rigoureuses, ils s'altèrent toujours.*

V. — Conclusions.

De ce court exposé, il résulte en toute évidence, sinon que la génération spontanée (ou hétérogénie) est impossible partout et toujours, au moins qu'elle n'a pas pu être démontrée. Toutes les prétendues démonstrations qu'on a cru en faire avaient pour point de départ une erreur de technique. Erreur grave ou légère, peu importe : c'en est assez pour que tout l'édifice s'écroule. Au contraire, pour prouver qu'il n'y a pas de génération spontanée, des expériences incessantes, contrôlées dans les laboratoires divers du monde entier par des milliers d'observateurs, établissent que les liquides organiques, même les plus altérables, ne s'altèrent jamais, ne donnent jamais naissance à des êtres vivants, si des germes de ces êtres n'y sont pas parvenus. Dès qu'on y introduit des germes, la vie y pullule, mais jamais sans que les germes n'y aient pénétré. Il n'est peut-être pas de fait plus rigoureusement établi dans toute la science biologique que cette stérilité persistante des liquides ou tissus organiques privés de germes ou dont les germes ont été détruits par la chaleur.

Aussi bien serais-je tenté de supposer, dépassant quelque peu en cela les données expérimentales, que la génération spontanée est impossible. *Omne vivum ex vivo* reste la loi générale de la vie, et une loi qui n'a pas d'exception.

Et, en effet, n'est-il pas aussi difficile de supposer la création de toutes pièces d'une monade, avec ses cils vibratiles et ses organes différenciés, que la création d'une souris adulte, comme le croyait naïvement Van Helmont? Le problème est le même, et une création spontanée, sans germe spécifique préalable, me paraît tout aussi absurde dans un cas que dans l'autre. Pourtant, il faut s'arrêter dans cette voie de la négation; car l'histoire des sciences tend à rendre sage; et les idées marchent si vite que ce qui nous paraît absurde aujourd'hui sera peut-être démontré par les savants des siècles à venir.

En tout cas, actuellement, on doit dire qu'il n'y pas de génération spontanée dans les conditions expérimentales connues. Il n'est même pas besoin de supposer, pour expliquer les origines de la vie terrestre, qu'une génération spontanée a été nécessaire. Cet argument, presque métaphysique, qui a été longtemps l'arme suprême des hétérogénistes, ne peut plus être valablement invoqué. On sait, en effet, que les bolides portent avec eux de la matière organique, et que la température à laquelle sont parfois soumis ces bolides n'est pas toujours suffisante pour en détruire tous les germes. Pourquoi ne pas admettre alors, sans le secours d'une génération spontanée terrestre, l'ensemencement de notre Globe par ces météorites portant avec eux des poussières cosmiques et des germes d'êtres vivants venus d'autres mondes, où il y avait la vie?

Charles Richet,
Membre de l'Académie de Médecine,
Professeur de Physiologie à la Faculté de Médecine de Paris.

[1] V., entre autres art., *Blastème et Génération* du *Dict. encycl. de Sc. méd.* (4), VII, 1881, 397-405.

[2] *Réflexions concernant l'hétérogénie. C.R.*, 1872, LXXIV, 153.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Green (George), *Late Fellow of Gonville and Caius College (Cambridge).* — **Mathematical Papers**, *edited by* N. M. Ferrers (*Facsimilé reprint*). — 1 *vol. in-8° de* 336 *pages* (*Prix* : 20 *fr.*). *A. Hermann, éditeur. Paris*, 1903.

Ce livre est la reproduction photographique de l'édition des Mémoires de Green que donna, en 1871, M. Ferrers et qui était épuisée. Triste destinée que celle de l'œuvre de Green! Elle demeura longtemps inconnue et, quand on l'eut exhumée, le monument qu'on lui éleva resta à peu près délaissé. Cette indifférence est inexplicable, vis-à-vis de travaux que leur importance et la simplicité de l'exposition auraient dû rendre classiques. Je vais rappeler brièvement ce que contiennent les dix Mémoires publiés par Green dans sa trop courte carrière.

L'*Essai d'application de l'Analyse mathématique aux théories de l'Electricité et du Magnétisme* est le plus connu, au moins de réputation. Green y propose d'appeler fonction potentielle appartenant à un système, la fonction V qu'avait introduite Laplace; il établit ensuite des relations très générales entre la fonction potentielle et les densités, solide et superficielle, de l'électricité. Un grand nombre d'applications semblent pouvoir se déduire de ces formules; Green en traite quelques-unes. Il démontre l'égalité des charges de signe contraire que prennent les armatures d'une bouteille de Leyde, établit la loi du partage de l'électricité entre une bouteille et un conducteur sphérique, reliés par un fil long et fin, et celle de la charge en cascade. Généralisant un théorème établi par Poisson pour un conducteur fermé, limité par deux sphères concentriques, il démontre, pour un conducteur fermé de forme quelconque, à l'intérieur duquel se trouvent des corps électrisés, le théorème que l'on attribue encore assez souvent à Faraday. Il étudie ensuite la distribution de l'électricité sur une ou plusieurs sphères, dans divers cas, particulièrement dans celui où une enveloppe sphérique mince présente une petite ouverture circulaire, ouverture qui lui paraît exister nécessairement dans tout dispositif destiné à vérifier les conséquences établies en toute rigueur pour un conducteur entièrement fermé. Après quelques mots relatifs aux effets de l'électricité atmosphérique, l'*Essai* passe à la détermination de formes de conducteurs pour lesquelles la distribution de l'électricité s'établit par des calculs extrêmement simples.

Green aborde ensuite le problème d'un solide de révolution tournant autour de son axe dans un champ uniforme; ce solide n'est pas conducteur, mais présente une force coercitive constante β, agissant à la manière d'un frottement, ce qui signifie qu'il ne se produit de modification qu'à partir du moment où le champ électrique atteint la valeur β. Ces résultats s'étendent immédiatement au cas d'un aimant tournant dans le champ terrestre, qui, à cette époque, donnait lieu à des recherches expérimentales. Dans le dernier chapitre, les équations de la distribution du magnétisme induit sont établies dans l'hypothèse, proposée par Coulomb, où les fluides magnétiques peuvent se mouvoir librement à l'intérieur d'éléments séparés par un milieu absolument isolant; les applications portent sur le cas d'une enveloppe sphérique, d'une lame plane indéfinie et, enfin, sur celui des fils longs et fins, tels que ceux qu'avait étudiés Coulomb, dont Green confronte les résultats expérimentaux avec les conséquences de sa théorie.

Dans les Mémoires *sur l'équilibre de fluides analogues au fluide électrique* (1832) et *sur l'attraction des ellipsoïdes de densité variable* (1833), Green traite le cas de fluides exerçant des forces qui varient comme l'inverse de la puissance n de la distance. Il revient occasionnellement au cas où $n=2$, en particulier à la fin du premier Mémoire, où il montre que la théorie rend parfaitement compte de la distribution de l'électricité observée par Coulomb sur un disque conducteur circulaire.

Dans les parties où l'*Essai* de Green se rapproche de certains travaux de Poisson, la méthode du savant anglais se distingue par la grande simplicité d'une analyse qui n'appuie jamais ses résultats sur ces calculs d'intégrales multiples, où Poisson, malgré toute sa dextérité, avait commis quelques fautes. Pour étudier *la réflexion et la réfraction du son*, Green considère non plus un mouvement quelconque, mais une onde plane incidente; il arrive ainsi, par une voie rapide et sûre, à rectifier une erreur du géomètre français et à établir, pour le cas « où les vibrations suivent la loi du pendule cycloïdal », les lois de la réflexion totale.

La même voie simple est suivie dans le Mémoire *sur la réflexion et la réfraction de la lumière à la surface commune de deux milieux non cristallisés*, fort remarquable à d'autres égards. Green y pose en principe que le travail élémentaire des forces que les particules voisines exercent sur un élément donné est une différentielle totale exacte, et il arrive aux équations du mouvement dans chaque milieu et aux conditions à la surface uniquement par l'application de la méthode de Lagrange. Supposant les densités de l'éther différentes dans les deux milieux, il faut, pour retrouver les formules de Fresnel, admettre l'identité des propriétés élastiques; si l'on s'affranchit de cette hypothèse, la théorie semble rendre compte des propriétés des corps très réfringents. Dans un *supplement* à ce Mémoire, Green donne les formules relatives aux ondes réfractées et envisage l'hypothèse où la transition entre les deux milieux, pour rapide qu'elle soit, serait néanmoins graduelle; l'importance de l'état où se trouve la couche superficielle ressort de ses calculs, qui montrent aussi que la polarisation par réflexion pourrait être totale, même sur des corps d'indice élevé.

Le Mémoire *sur la propagation de la lumière dans les milieux cristallisés* est un des plus importants de l'œuvre de Green; on y voit comment on peut retrouver les lois de la double réfraction données par Fresnel, en supposant que la vibration, toujours contenue dans le plan d'onde, soit parallèle au plan de polarisation, lorsqu'il n'y a pas de pressions extérieures s'exerçant sur l'éther lumineux, ou perpendiculaire au plan de polarisation, dans l'hypothèse contraire.

Enfin, Green a étudié *le mouvement des ondes dans un canal* dont la profondeur et la largeur sont petites et varient lentement; une Note subséquente constate l'accord des formules établies, en ce qui concerne l'influence de la profondeur et de la largeur, avec les résultats expérimentaux de M. Russell et traite, pour conclure à la même concordance, le cas où la section du canal est un triangle ayant un côté vertical. Le dernier Mémoire contenu dans le présent livre, sous le titre de *Recherches sur l'oscillation des pendules dans les milieux fluides*, traite du mouvement, supposé de translation, d'un ellipsoïde. Quand la direction de l'oscillation est celle d'un des axes, il faut calculer la période comme si la densité du corps était augmentée d'une quantité proportionnelle à celle du

fluide. Si l'ellipsoïde se réduit à une sphère, le coefficient de proportionnalité est 1/2.

Si Green est l'inventeur de bien des théorèmes qu'on a retrouvés après lui, il n'est que juste d'ajouter qu'il n'a pas toujours eu la priorité de ses découvertes. Je renverrai le lecteur, désireux de se faire une idée précise de l'historique des questions qu'a touchées notre auteur, à une remarquable étude que M. Duhem vient de publier dans le numéro de septembre 1903 du *Bulletin des Sciences Mathématiques*. C. Raveau.

Physicien au Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts-et-Métiers.

2° Sciences physiques

Rosenberg (E.), *Ingénieur-électricien.* — **L'Electricité industrielle mise à la portée de l'ouvrier.** (*Traduction de* M. A. Mauduit, *Chargé de Conférences à l'Institut Electrotechnique de Nancy.* — 1 *vol. in*-8° *de* 435 *pages avec* 284 *fig.* (*Prix* : 8 *fr.* 50). *Vve Ch. Dunod, éditeur, Paris*, 1903.

Le plan de cet ouvrage est bien conçu. Nous trouvons d'abord deux chapitres consacrés aux lois des phénomènes électriques. C'est une sorte d'introduction dans laquelle un monteur-électricien puisera toutes les notions générales qu'il doit posséder, s'il veut comprendre les travaux qu'il exécute. Après cela viennent successivement l'étude des dynamos et des moteurs à courant continu, l'étude des accumulateurs, des lampes, celle des courants alternatifs, des moteurs à courants alternatifs et celle des courants polyphasés. Un dernier chapitre traite des installations à haute tension.

Les développements de l'auteur sont clairs, aisément compréhensibles, débarrassés des formules qui ne sont pas indispensables. C'est là une qualité précieuse, qui lui vaudra probablement des lecteurs attentifs parmi les électriciens, les mécaniciens et les élèves des Ecoles professionnelles, auxquels il s'adresse, ainsi que nous l'apprennent deux des lignes imprimées sur la couverture.

L'ouvrage en aura-t-il autant parmi les ouvriers, à qui son titre semble plus spécialement le destiner? Nous en doutons. M. Rosenberg nous dit, dans une préface, que son livre est né d'une série de conférences faites à ses ouvriers. Et, comme les conférences ont été fort écoutées, il en conclut que le livre sera lu. Cela ne nous paraît pas une raison suffisante. Pendant une conférence, on peut suivre du regard l'impression produite sur les auditeurs, s'apercevoir qu'une explication n'a pas été saisie et la recommencer, au besoin, sous une autre forme. Dans un livre, le développement existe, implacable pour le lecteur qui a mal compris. Et celui-ci, arrêté au milieu de sa route, perd le bénéfice de tout ce qui suit. Ce qui l'arrête est un rien souvent. Il suffirait d'un mot pour que l'obstacle disparût, mais l'auteur n'est pas là pour le prononcer. Que de ces riens il y a pour l'ouvrier, dont l'intelligence, quelquefois très grande, n'est que rarement exercée!

Nous craignons donc que le livre de M. Rosenberg ne porte un titre inexact. Nous lui ferons d'autres reproches. Il est à regretter que la partie consacrée aux courants alternatifs n'ait pas reçu de plus longs développements, que l'auteur n'ait pas expliqué davantage, expliqué d'une façon plus élémentaire encore, si l'on veut, pourquoi on peut représenter un courant alternatif par une courbe sinusoïdale, qu'il n'ait pas insisté sur les phénomènes secondaires dont les réseaux alternatifs sont le siège, sur les précautions à prendre pour maintenir ces réseaux en bon état de fonctionnement. Il aurait dû aussi réserver quelques pages aux accidents dont risquent d'être victimes les ouvriers qui travaillent près des lignes à haute tension.

Ajoutons encore que l'ouvrage semble écrit trop vite. Il contient beaucoup de négligences qu'on aurait évitées facilement avec un peu d'attention. Au chapitre Ier, nous trouvons cette définition : « La puissance est le produit d'un nombre de volts par un nombre d'ampères. » Comment, s'il en est ainsi, est-il permis de parler de la puissance d'une machine à vapeur ? Un peu plus loin, il est dit que les matelas de jute placés, dans les câbles armés, entre le plomb et les feuillards, sont des isolants. Cela est faux. Ces matelas ont un rôle purement mécanique. D'autre part, le grand Ω grec est, dans le livre, toujours employé pour représenter l'ohm. Il représente d'habitude le megohm, et, pour l'ohm, c'est le petit ω qu'on emploie. Nous pourrions citer bien d'autres exemples. Nous nous arrêterons là, et, après avoir signalé que le traducteur n'est pas non plus exempt de reproches, car sa phrase est parfois incorrecte, nous nous résumerons en disant que le livre de M. Rosenberg serait très bon s'il était mieux fini. Alfred Gay,

Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

Wagner (R.) **Fischer** (F.) **et Gautier** (L.). — **Traité de Chimie Industrielle.** 4e *édition française. Tome II.* — 1 *vol. gr. in*-8° *de* 884 *pages avec* 429 *figures. Masson et Cie, éditeurs. Paris*, 1903.

Le Traité de Chimie Industrielle de Wagner, F. Fischer et L. Gautier, dont la quatrième édition française se trouve complétée par la publication du second volume, est la traduction d'un ouvrage classique en Allemagne. Publié d'abord par Wagner, puis, depuis vingt ans à peu près, par le Professeur F. Fischer, de l'Université de Gœttingue, cet ouvrage a atteint en Allemagne sa seizième édition. M. L. Gautier a traduit en français cette édition nouvelle, comme les précédentes, en la complétant, du reste, par des notes et par des additions.

Ce volume comprend d'abord l'étude du verre et des produits céramiques, ainsi que des mortiers et des ciments. Mais la majeure partie est relative aux industries des produits organiques, telles que la distillation du bois, la préparation des alcools et des acides, le traitement des composés du cyanogène, les goudrons et leurs sous-produits : carbures, phénols, médicaments, parfums, matières colorantes. Un chapitre entier est consacré aux matières textiles, naturelles et artificielles, ainsi qu'aux industries relatives aux tissus : teinture, impression, apprêt. — Plus loin se trouvent exposées les industries qui préparent ou modifient les matières alimentaires, l'amidon, les sucres, le pain, le lait, la viande, les conserves. — Le vin, la bière, l'alcool sont l'objet d'un chapitre distinct, consacré aux fermentations. — Dans le dernier chapitre de l'ouvrage, on trouve le tannage des peaux, la fabrication de la colle, les corps gras, la glycérine et le savon; l'industrie du tabac figure ensuite; puis les industries du caoutchouc, de la gutta-percha et du celluloïd, matières qui font, comme l'on sait, l'objet d'une fabrication rapidement croissante.

Le traducteur a eu le regret de ne pouvoir faire paraître le second volume immédiatement après le premier. C'est qu'il lui a fallu attendre la publication allemande, retardée un peu plus longtemps qu'on ne pouvait le prévoir. Mais, désireux de représenter fidèlement l'état des diverses industries au moment même où s'achève cette édition française, le traducteur a introduit, à la fin de ce second volume, un chapitre additionnel où il résume, pour le lecteur français, les nouveautés importantes parues, depuis la publication du premier volume, sur les combustibles, l'éclairage, la métallurgie et la préparation des acides azotique et sulfurique. Les préparations industrielles récentes de l'anhydride sulfurique se trouvent notamment exposées. — Cet important ouvrage forme ainsi, tant par le texte que par les figures, qui sont nombreuses, un livre excellent pour former l'esprit d'un futur ingénieur-chimiste ou pour guider les recherches d'un industriel.

L. Pigeon,

Professeur à la Faculté des Sciences de Dijon.

3° Sciences naturelles

Du Plessis de Grénedan, *Professeur à l'Ecole supérieure d'Agriculture d'Angers.* — **Géographie agricole de la France et du Monde.** — 1 *vol. in-8°, de* XX-410 *pages, avec* 118 *figures et cartes dans le texte.* (*Prix* : 5 *fr.*). *Masson et Cie, éditeurs, Paris,* 1903.

Ce manuel se recommande par des mérites vraiment sérieux, et pourra rendre des services dans l'enseignement agricole.

Il faut d'abord savoir gré à l'auteur d'avoir donné à la partie spéciale de son exposé une base géographique solide, dans l'analyse des conditions naturelles et « artificielles » (j'aimerais mieux humaines) de l'agriculture, en France et dans les grandes régions du Monde. Ces notions fondamentales sont suffisamment précises en leur forme abrégée; parfois même, les faits et les idées qui en constituent la matière sont choisis, groupés et exprimés d'une façon qui dénote un sens fort juste de la Géographie (voir par exemple, les pages 39 et suivantes sur les climats de France).

Le plan se recommande par une grande netteté, et je ne vois pas que, dans un livre destiné aux écoles, il eût été possible de diminuer le nombre des divisions.

Les faits énoncés sont traduits aux yeux par des cartes économiques et des figures de statistiques. Celles qui sont inédites attirent particulièrement l'attention : diagrammes de toute nature, tableaux, combinaisons de hachures et de lignes, offrent souvent un véritable intérêt, et une véritable valeur d'interprétation personnelle, en ce qu'ils manifestent des idées générales, des rapports de phénomènes. On aimerait seulement (mais les lecteurs désignés de l'ouvrage seront peu exigeants à cet égard) que l'auteur indiquât les sources auxquelles il puise ses renseignements ; il serait bon de répandre la connaissance de recueils officiels, comme ceux du Ministère de l'Agriculture, où tant de gens peuvent trouver à prendre.

Je ne saurais ici analyser ce volume, non plus qu'en résumer les idées et les résultats. J'indiquerai simplement que les défauts y sont rares, et qu'il me paraît, en général, sûr. J'ai cependant relevé ça et là quelques imperfections, aisées à faire disparaître. Le Niger ne prend pas sa source, comme l'indique l'auteur, « dans les montagnes du Fouta-Djalon » (p. 245). Et, dans un autre ordre d'idées, donner sans date le chiffre de tonnage d'un port (p. 84) est un renseignement qui n'offre qu'une portée très relative. On voit, par ces deux exemples, que les faits auraient demandé quelquefois à être serrés de plus près, et les données numériques mieux critiquées. Mais cela enlève peu, en somme, à la valeur éducative de l'ouvrage.

J. Machat,
Agrégé d'Histoire et de Géographie,
Professeur au Lycée de Bourges.

Vaschide (N.), *Chef des Travaux du Laboratoire de Psychologie à l'Ecole des Hautes-Etudes* et **Vurpas** (Cl.), *Interne des Asiles de la Seine.* — **Essai sur la Psycho-physiologie des Monstres humains.** — 1 *vol. in-8° de* 594 *pages avec fig.* (*Prix* : 5 *fr.*) *F. de Rudeval, éditeur, Paris,* 1903.

Ce petit ouvrage est intéressant surtout en ce sens que toute la littérature concernant la psychologie physiologique des monstres humains tient en quelques pages qu'on peut lire dans Geoffroy-Saint-Hilaire. Toute nouvelle contribution sur ce sujet mérite donc d'être signalée. MM. Vaschide et Vurpas nous donnent, tout d'abord, la première observation suivie d'un anencéphale vivant; ils ont profité heureusement de cette observation unique pour analyser le mécanisme des principales fonctions organiques de la vie végétative et de la vie de relation; ils ont même poussé leurs recherches investigatrices dans le domaine de la Psychologie et ont pu observer l'existence d'une vie psychologique rudimentaire en l'absence complète du cerveau. La deuxième partie de ce livre concerne une monstruosité moins rare, une xyphopagie; aussi cette partie renferme-t-elle moins de données originales; il n'est pas sans intérêt, cependant, de lire ici la vie biologique et l'état mental des deux vies qui étaient réunies dans ce monstre double.

Pourquoi, maintenant, les auteurs n'ont-ils pas suivi la règle qu'ils s'étaient imposée dans l'introduction de leur livre, de « laisser de côté les hypothèses, désireux de faire avant tout œuvre scientifique? » Ils n'auraient pas ainsi ajouté à ces premières études, dignes, elles seules, de figurer dans la littérature tératologique, un Appendice dans lequel nous avons trouvé la plus étrange conception pour expliquer, par l'embryologie, la production des monstres doubles. En effet, les figures 65 à 72, qui ont la prétention de se rapporter à l'embryologie de l'homme, forment un curieux assemblage dans lequel on trouve des œufs se divisant sans fécondation, des gastrula d'Oursin, des membranes fœtales de Mammifères, des spermatozoïdes venant se placer dans la cavité de de Baer pour y jouer le rôle des homuncules des spermatistes du XVIIe siècle. Tout cela finit pourtant par former (fig. 72) un xiphopage humain. Il est vrai que toute cette description est faite en collaboration avec le Dr Doyen; mais, si le Dr Doyen est un chirurgien célèbre, il n'est nullement un embryologiste.

Dr Gustave Loisel,
Préparateur d'Embryologie
à la Faculté des Sciences de Paris.

4° Sciences médicales

Ivert (Dr A.), *Médecin principal de l'Armée.* — **Causeries sanitaires.** (*Introduction de* M. Paul Strauss, *sénateur*). — 1 *vol in-8° de* 327 *pages.* (*Prix* : 5 *fr.*) *Félix Alcan, éditeur. Paris,* 1903.

Les causeries sanitaires du Dr A. Ivert s'adressent au public de la Croix-Rouge française.

Dans sa première leçon, l'auteur critique le choix de la matière de certaines conférences faites dans ces réunions de Sociétés de secours aux blessés. Il parle, en particulier, d'une conférence qu'il a entendue sur les râles, leurs catégories, leurs rapports avec les affections de la poitrine. Ce choix est-il véritablement si condamnable? M. Ivert nous dit lui-même que, dans les ambulances et les hôpitaux d'évacuation, les infirmières mondaines auront surtout à soigner et à soutenir de leurs conseils des malades; les blessés seront très probablement en petit nombre. Cela ressort des statistiques de toutes les guerres récentes, statistiques qu'il nous donne avec détails. Il faudra donc que ces ambulancières comprennent et puissent expliquer au besoin, à ceux qui seront confiés à leur garde, l'utilité de l'auscultation.

Je crois que, dans leur genre, les conférences de M. Ivert sont au moins aussi techniques que celles qu'il critique. Il se donne pour excuse que ce sont des conférences d'Hygiène, et que tout le monde doit avoir des notions d'Hygiène; mais ces conférences sont trop savantes, croyons-nous, pour des élèves non préparées. L'enseignement doit être, dans ce cas, plus affirmatif. Inutile de discuter avec les auditrices; il faut imposer des règles. C'est, du reste, cette science, cette accumulation de documents, cette discussion des faits, qui nous permettent précisément de parler ici de ces causeries. Elles se composent de notes prises par un homme à l'esprit ouvert et scientifique; elles seront parcourues avec utilité par nombre d'hygiénistes; elles s'adressent, je crois, à un public plus médical que celui pour lequel elles ont été écrites. En les lisant, les médecins apprendront bien des choses et trouveront exposées des discussions intéressantes sur des sujets controversés.

Il nous suffit de citer quelques titres de chapitres pour en montrer tout l'intérêt : Principales voies d'élimination des microbes; Expectoration; Expériences de Villemin, de Cornet; Selles; Vomissements; Urine; Larmes; Sécrétion nasale; Desquammation épithéliale; Lait; Voies de pénétration des microbes par l'air; Eau;

Viande; Solutions de continuité de la peau; Rôle des moustiques; Pénétration à travers la peau saine; Phagocytose; Alexines, chimiotaxie; Substances sensibilisatrices; Diapédèse; Alimentation défectueuse; Surmenage; Association microbienne; Maladie dite *a frigore*; Milieux acides et alcalins; Accoutumance aux germes pathogènes; Acclimatement, terrains; Causes prédisposantes. Comme on le voit, il y a beaucoup de questions traitées, et à chaque page il y a des documents.

Une chose m'étonne : c'est la part qui est faite à la contagion par l'air. Lorsqu'en passant dans une rue on vous secoue un tapis contaminé sur la tête, il est certain que cela doit être un mode de contagion; nous l'admettons tous. On n'a jamais, cependant, prouvé la contagion par cette voie, et il y a tout autant de chances que les germes infectieux entrent par une autre porte que celle du poumon; du reste, cela ne peut pas s'appeler contagion par l'air. Etre dans un nuage de microbes est certainement dangereux et ne peut se comparer aux causes de contagion, nulles, auxquelles on serait exposé en respirant le même air que celui dans lequel séjourne un individu atteint d'une maladie contagieuse.

Je me souviens du temps (vers 1874) où M. Pasteur nous recommandait, lorsqu'avec sa famille nous passions dans la rue qui longe l'hôpital Laënnec, de mettre un mouchoir devant notre bouche pour empêcher les germes de l'air de pénétrer dans nos poumons. C'était le moment où, dans l'esprit du maître, la théorie de la contagion par les germes de l'air existait dans toute sa force. Depuis, en raisonnant, en étudiant les faits, il a compris le peu d'importance de la contagion par l'air. Si cette contagion existait, les chirurgiens ne pourraient pas faire une seule opération chirurgicale et exposer pendant plus d'une heure un péritoine sans employer une goutte d'antiseptique, en se contentant de se servir uniquement d'objets aseptiques.

Dans tous les cas où M. Ivert cite des observations cliniques dans lesquelles la contagion par l'air semble démontrée, on peut l'expliquer par la contagion par les insectes : puces, punaises, poux, etc , et il ne parle pas de ce mode de contamination.

Le Dr Calmette vient heureusement de faire mettre cette question de la contagion par l'intermédiaire des insectes à l'ordre du jour du prochain Congrès international d'Hygiène de Berlin. Les hygiénistes ont, jusqu'à présent, trop négligé ces véhicules de germes; c'est à peine si, depuis quelques années, on parle des moustiques dans la malaria et la fièvre jaune, de la puce dans la peste, et dans les autres maladies.

Pourquoi ne pas chercher à établir le rôle des autres parasites. Il existe certainement; il suffit d'y réfléchir pour en être persuadé. Pourquoi ne pas y penser?

Cependant, on commence à faire des expériences dans ce sens, et les autorités sanitaires de Hong-Kong, voulant se rendre compte des raisons qui faisaient réapparaître la peste après qu'elle eût disparu pendant de nombreux mois, firent un examen approfondi de la vermine qui infecte les quartiers bondés d'habitants. Le résultat fut frappant : une quantité considérable de punaises, puces, cancrelas, araignées, furent reconnus infectés. La morsure de ces insectes serait suffisante pour introduire les germes de la peste dans le sang de toute personne non immunisée par une présence prolongée dans le milieu contaminé.

Autrefois, lorsqu'on désinfectait avec l'acide sulfureux, les hygiénistes constataient que, pendant plusieurs années, certaines épidémies ne se représentaient pas dans les mêmes locaux. Aujourd'hui que l'on désinfecte avec les moyens bactéricides : formol, sublimé, on signale souvent la reprise rapide des épidémies, et l'on est obligé d'incriminer la contagion par l'air comme ayant amené la reviviscence de ces épidémies. Avec l'acide sulfureux, on détruisait les punaises et les puces; avec le formol, on ne détruit aucun de ces insectes.

Pendant mon séjour à l'Institut Pasteur de Tunis, j'ai souvent fait partie de Commissions du Conseil d'Hygiène, chargées de constater l'état sanitaire de la prison de Tunis où, chaque année, il y avait du typhus. Cette prison était soigneusement tenue. Mon confrère Motheau, qui vient de mourir du typhus, exigeait une propreté méticuleuse; nous constations à chaque visite que, devant nous, une désinfection bactéricide soigneuse avait été faite, et souvent, malgré cela, les cas continuaient à se manifester. Il est vrai que nous ne songions pas à nous occuper de la destruction des parasites.

Les parasites, on ne s'en occupe nulle part, et cependant ils jouent un rôle autrement important que l'air dans la propagation des maladies. Il y a quelque temps, au cours d'une période de treize jours comme médecin de territoriale dans une caserne de Paris, je fus chargé d'assurer le service de l'infirmerie d'un fort des environs. J'ai eu l'idée de vérifier ce qu'on m'avait raconté souvent au sujet des punaises, qui pullulent dans les casernements. Un court examen m'a fait découvrir les nids de ces insectes dans les trous faits par les vis destinées à retenir les planches des lits; au bout de quelque temps, les planches remuent, et on les assujettit de nouveau en fixant les vis à un autre point de la boiserie. Les punaises s'entassent dans les anciens trous, et j'ai pu en retirer plusieurs avec la plume que tenait l'infirmier qui m'accompagnait. On m'a dit qu'à Rouen, dans la caserne inspectée lors de la fameuse épidémie par le ministre de la Guerre et les sénateurs Clemenceau et Labbé, il existe parmi les soldats un championnat d'un nouveau genre. Ces jeunes gens s'amusent, pendant les loisirs que leur laisse la vie de la caserne, à faire, en un temps déterminé, la plus ample récolte de punaises. Celui qui, en ce moment, tient le record a, au moyen d'une épingle, retiré en dix minutes trente punaises cachées dans ces trous. Dans certaines casernes, proies de cette repoussante invasion, beaucoup d'hommes désertaient la chambrée, emportant une couverture pour aller coucher dans les écuries. Bien que les boiseries soient passées au pétrole plusieurs fois par an, ni les insectes, ni leurs œufs ne sont détruits; en cinq jours, ces derniers peuvent éclore et perpétuer la race de cette plaie des casernes. A Rouen, la fièvre typhoïde n'était pas, dit-on, d'origine hydrique. Les punaises ne seraient-elles pas les colporteurs, comme la puce, le moustique, la mouche, la tique, des germes ou microbes de certaines maladies?

Au moins dans un cas, la chose a été prouvée expérimentalement. Dans une caserne de Paris, il y a eu, l'an dernier, une épidémie d'oreillons. Les cas étaient presque tous concentrés dans le coin d'une chambrée du deuxième étage. C'est ce qu'on pourrait appeler une épidémie de couchage. On a fait subir à cet établissement toutes les désinfections microbiennes possibles, sans arriver à pouvoir tuer les punaises.

En établissant la distribution topographique de la morbidité dans les casernements, les médecins militaires peuvent seuls se rendre compte, scientifiquement, des fortes présomptions au sujet du rôle de ces insectes dans la genèse de certaines maladies. Lorsque le commandement aura l'attention attirée vers cette question, il étudiera et trouvera facilement le moyen de supprimer ces insectes; mais il faudrait d'abord établir leur rôle anti-hygiénique. La chose est, je crois, très facile : il existe des statistiques dans les infirmeries régimentaires; il suffit de compulser les documents.

Etudions ces causes de contagion, accumulons des faits. Attirons l'attention sur les insectes, détruisons-les; il est plus que certain que nous rendrons service à l'Hygiène générale.

M. Ivert nous promet une suite à ses causeries; nous les lirons avec plaisir et intérêt : nous y apprendrons certainement quelque chose.

Dr Adrien Loir,
Ancien Préparateur de M. Pasteur.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 21 Mars 1904.

M. **Ch.-Eug. Bertrand** est élu Correspondant pour la Section de Botanique.

1° Sciences mathématiques. — M. **C. Jordan** démontre qu'une substitution hypoabélienne sera paire ou impaire suivant que, dans son expression canonique, le nombre des séries formées par les variables sera pair ou impair. — M. **F. Hocevar** montre que, si une forme f est décomposable en facteurs linéaires, chaque mineur au troisième degré du hessien $H(f)$ est divisible par f. — M. **P. Duhem** communique quelques formules utiles pour discuter la stabilité d'un milieu vitreux.

2° Sciences physiques. — MM. **P. Curie** et **J. Danne** ont étudié la loi de disparition de l'activité induite par le radium après chauffage des corps activés. Après chauffe à 215° et à 540°, on obtient pour log I en fonction du temps des courbes plus aplaties que la courbe normale; après chauffe au-dessus de 630°, on obtient des droites, ce qui indique une loi exponentielle simple de désactivation. — M. **Ch. Maurain** montre que les molécules d'une substance magnétique peuvent, sous l'action d'un champ magnétique donné, prendre plusieurs positions d'équilibre bien définies, chaque position d'équilibre correspondant à une certaine valeur de l'intensité d'aimantation. — M. **Al. de Hemptinne** a répété les expériences de M. Gutton relatives à l'action du champ magnétique sur les substances phosphorescentes, et a obtenu un résultat négatif. Cette action doit dépendre beaucoup de la sensibilité des substances phosphorescentes. — M. **L. Bull** décrit un procédé d'application de l'étincelle électrique à la chronophotographie des mouvements rapides. — MM. **V. Henri** et **A. Mayer** ont constaté que la règle des phases, appliquée aux solutions colloïdales comme aux solutions normales, permet d'étudier et de classer systématiquement les conditions de précipitation de toute une série de colloïdes. — M. **H. Moissan** a déterminé à nouveau la densité du fluor et a obtenu la moyenne de 1,31. La densité théorique, déduite du poids atomique, serait 1,319. Cet accord doit éloigner toute idée de l'existence d'atomes libres dans le gaz fluor. — MM. **C. Matignon** et **F. Bourion** ont reconnu que le chlorure de soufre et le chlore permettent de transformer les oxydes et sels oxygénés en chlorures anhydres, transformation qui peut être avantageuse en analyse. — M. **J. Cavalier** a constaté que les acides monoéthyl- et monoallylphosphoriques donnent des sels monométalliques solubles d'Ag et de Pb, neutres au méthylorange, fournissant par addition d'azotate d'argent ou de plomb un précipité de sel bimétallique. — M. **T. Klobb** a extrait des fleurs de l'*Arnica montana* un principe nouveau, l'*arnistérine*, cristallisant en rhomboèdres fondant à 249°-250°, de formule $C^{28}H^{46}O^{2}$. — M. **E. Fourneau**, en chauffant les chlorhydrines $R.C(OH)(CH^3).CH^2Cl$ avec deux molécules d'une amine tertiaire ou secondaire, a obtenu des amino-alcools tertiaires du type $R.C(OH)(CH^3).CH^2Az(CH^3)^2$. Ce sont des liquides solubles dans l'eau, bouillant sans décomposition à la pression ordinaire. — M. **C. Gessard** montre que les phénomènes de coloration consécutifs à l'action de la tyrosinase offrent deux phases distinctes. La première seule est imputable à la diastase : c'est le passage au rose, puis au rouge. A celle-ci succèdent une coloration violette, puis un précipité noir qui laisse le liquide surnageant entièrement décoloré. — M. **E.-F. Terroine** a étudié l'influence de la concentration du maltose sur l'action de la maltase; elle est représentée par la formule $v = k\frac{a}{1+ma}$ qui relie la vitesse d'hydrolyse v à la concentration a; k et m sont deux constantes. — Mlle **Ch. Philoche** a constaté que, lorsqu'on fait agir la maltase (de la diastase Taka) à 40°, l'activité de ce ferment ne change pas pendant les premières vingt-quatre heures; le ferment reste donc bien comparable à lui-même.

3° Sciences naturelles. — MM. **A. Laveran** et **F. Mesnil** ont étudié un Trypanosome d'Afrique pathogène pour les Equidés, le *Tr. dimorphon* Dutton et Todd. C'est une espèce bien caractérisée, bien distincte, notamment, du *Tr. Brucei* et du *Tr. gambiense*. — M. **A. Moutier** a constaté que, quand les malades se soumettent à un régime approprié, on obtient facilement et très rapidement par la d'Arsonvalisation la disparition de l'hypertension artérielle. — MM. **A. Robin** et **G. Bardet** ont observé que l'administration de préparations (telles que les métaux colloïdaux et les oxydases artificielles) susceptibles d'activer les oxydations, à des malades fiévreux ou intoxiqués par les toxines bactériennes, augmente les échanges et les amène à l'oxydation parfaite. — M. **E. Clément** a vérifié que l'administration d'acide formique augmente la force musculaire et accroît la résistance à la fatigue. — M. **Aug. Charpentier** a observé que les écrans phosphorescents, renforcés par l'application d'une couche d'alcaloïde, sont plutôt influencés par certains organes du corps que par d'autres, et que l'organe qui modifie le plus la phosphorescence est celui sur lequel se localise le plus spécialement l'action toxique de l'alcaloïde. — M. **P. Vigier** a découvert, dans les yeux composés de certains insectes à vol rapide, tels que les Libellules, un appareil d'accommodation, interposé entre les ommatidies, et dont le fonctionnement permet l'adaptation pour la vision à diverses distances. — M. **P. Claverie** a étudié la filasse préparée avec les filaments fibreux isolés des segments de feuilles de l'*Hyphœne coriacea*, palmier textile de Madagascar. Elle est sensiblement inférieure à celle des feuilles de Cocotier. — M. **G. Chauveaud** montre que, dans le *Lamium album*, les deux faisceaux ligneux primaires de la radicule se continuent jusque dans les cotylédons, en demeurant toujours dans le même plan, qui est le plan de symétrie des cotylédons. Ces faisceaux ne se partagent pas en deux masses et aucune rotation n'intervient. — M. **Grand'Eury** montre, et c'est un effet de l'habitat palustre des plantes génératrices, que les charbons de tout âge et de toute espèce ne révèlent qu'un seul mode de formation sous l'eau, mixte et par transport, dans l'étendue des marais lacustres, des débris de leur propre végétation.

Séance du 28 Mars 1904.

M. **C. Guichard** est élu Correspondant pour la Section de Géométrie.

1° Sciences physiques. — M. **J. Macé de Lépinay** met en évidence, par un phénomène de contraste, l'action objective des rayons N sur le sulfure de calcium luminescent. Il fait agir des rayons N simultanément sur deux surfaces luminescentes, l'une normale, l'autre à peu près tangente à la direction des rayons; la première augmente d'éclat tandis que l'autre s'assombrit. — M. **C. Chabrié** montre qu'on peut appliquer le diastoloscope à l'étude du déplacement des objets lumineux, et, en particulier, au passage des deux extrémités du diamètre d'un astre. — M. **A. Guillemin** pense que l'eau traverse les parois semi-perméables en formant avec elles des composés solides, des hydrates dissociables, qui se font d'un côté et se défont de l'autre. —

M. A. **Ponsot** démontre qu'un système de phases soumis à l'action de la pesanteur est entièrement défini, à tous les niveaux, par les $n+2$ variables indépendantes de son sommet. La variance est $n+2$. — M. E. **Ariès** montre que les courbes figuratives des états indifférents de deux systèmes dont la variance diffère d'une unité sont tangentes l'une à l'autre en tous les points marquant une température et une pression où ils sont tous les deux à l'état indifférent et susceptibles de dériver l'un de l'autre par la seule suppression ou introduction d'une phase déterminée. — M. J. **Duclaux** a constaté que la coagulation des solutions colloïdales est toujours accompagnée d'un changement déterminé de composition, toujours le même quel que soit l'acide qui agit. — M. H. **Moissan** a déterminé les points de fusion et d'ébullition des trois fluorures de phosphore sous pression normale : PF^3,F. —160°,Eb. - 95° ; PF^5,F.—83°,Eb. —75° ; POF^3,F. 68°,Eb. — 40°. — M. P. **Nicolardot** propose de séparer le chrome et le vanadium en déplaçant le premier à l'état d'acide chlorochromique. Il suffit de traiter par H^2SO^4 un mélange de chlorures, de chromates et de vanadates alcalins anhydres. — M. J. **Hamonet**, en faisant réagir les composés organo-magnésiens sur les éthers méthyliques halogénés $X.CH^2OR$, a obtenu les éthers-oxydes $R.CH^2OR$. Il a préparé ainsi l'éther amyloxypropylique $C^5H^{11}OC^3H^7$,Eb.130°, l'éther benzyloxyméthylique $C^6H^5CH^2OCH^3$,Eb.170°. — M. P. **Lemoult**, par l'action longtemps prolongée de PCl^5 sur l'o-toluidine et l'as-m-xylidine, a obtenu des chlorhydrates de bases phospho-azotées $Cl.P(AzH.C^6H^4CH^3)^4$, F.254°, et $Cl.P[AzH.C^6H^3(CH^3)^2]^4$, F.264°. — M. H. **Joffrin** signale une application du gaz acétylène au chauffage des étuves à germination au moyen d'un régulateur automatique de température. — MM. A. **Fernbach** et J. **Wolff** ont constaté que, lorsqu'on a laissé commencer l'action diastasique, la formation d'amylocellulose se poursuit alors même que la diastase a été soumise à une température bien supérieure à celle à laquelle elle est détruite dans l'extrait de malt. — M. Ch. **Porcher** a reconnu que le tissu mammaire en activité est un agent de transformation du glucose, qui lui est amené par la circulation, en lactose, qui sera ultérieurement sécrété.

2° Sciences naturelles. — MM. Aug. **Charpentier** et Ed. **Meyer** ont constaté que certains phénomènes d'inhibition nerveuse sont accompagnés d'une émission de rayons N. — M. F. **Bordas** montre que le rat offre une très grande résistance à l'intoxication arsenicale. — M. L. **Garrigue** a observé une action excitante sur l'organisme des formiates injectés ou absorbés par l'estomac. — M. A. **Malaquin** a reconnu que le segment céphalique des Annélides possédait anciennement une fonction locomotrice, comme les segments somatiques; cette fonction a disparu pour laisser place aux fonctions plus spécialement sensorielles. — M. L. **Léger** a constaté que le trypanoplasme des Vairons appartient à l'espèce *Tr. Borreli*. — M. Arm. **Viré** décrit les espèces animales qu'il a trouvées dans le puits de Padirac (Lot). Il n'y a pas moins de 50 espèces différentes, l'une représentée par plus de 50.000 individus. — M. N. **Bernard** est parvenu à isoler, en cultures pures, les endophytes de plusieurs Orchidées. Ces champignons, morphologiquement identiques, contaminent indifféremment des Orchidées diverses. — M. A. **Lacroix** montre que la cristallisation du quartz dans un magma éruptif n'exige pas nécessairement une grande profondeur; que les conditions de pression paraissant indispensables pour que la vapeur d'eau puisse jouer son rôle de minéralisateur peuvent être réalisées près de la surface, comme dans le dôme de la Montagne Pelée, au milieu d'une masse de roche acide en voie d'épanchement. — M. F. de **Montessus de Ballore** étudie la répartition des tremblements de terre de la Roumanie et de la Bessarabie. L'arc sismique, autour duquel les épicentres se pressent avec le plus de densité et d'importance, est la ligne Kischinew-Bucarest, et non la ligne Galatz-Busen, comme le pensait M. de Martonne.

Séance du 5 Avril 1904.

1° Sciences mathématiques. — M. P. **Boutroux** présente ses recherches sur une classe de transcendantes multiformes. — M. P. **Duhem** indique une condition nécessaire pour la stabilité d'un milieu vitreux illimité. — M. J. **Guillaume** communique ses observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon pendant le 4e trimestre de 1903. Il y a eu une augmentation considérable de la surface tachée, due à un groupe extraordinaire.

2° Sciences physiques. — M. G. **Gaillard** indique une méthode pour mesurer les temps de réaction, d'après les modifications du pouvoir rotatoire, au moyen d'un polaristrobométrographe ou polarimètre enregistreur faisant périodiquement le point par un mouvement alternatif de l'analyseur. — M. Ch. **Fabry** a étudié les raies satellites dans le spectre du cadmium. La condition nécessaire pour l'apparition intense des satellites est une pureté absolue du gaz lumineux. — MM. Ch. **Porcher** et **Commandeur** ont observé que, chez la femme, l'urine, avant la délivrance, renferme du glucose, qui disparaît ensuite pour faire place au lactose.

3° Sciences naturelles. — MM. R. **Kraus** et C. **Levaditi** ont constaté que, de tous les organes, seul l'épiploon des organismes immunisés contre le sérum de cheval fournit des extraits capables de précipiter d'une façon intense ce sérum. — M. A. **Laveran** montre que le *Tr. gambiense* Dutton et le *Tr. ugandense* Castellani ne constituent qu'une seule et même espèce; cet organisme est bien la cause de la maladie du sommeil, mais cette dernière n'est qu'une phase terminale et non constante de l'infection, qui doit être désignée sous le nom de *trypanosomiase humaine*. — M. L. **Léger** a étudié la structure du Trypanoplasme des Vairons; contrairement à l'opinion de Laveran et Mesnil, ce n'est pas un flagellé bipolaire, et il ne peut, par conséquent, constituer le type primitif de Schaudinn. — M. G. **Platania** montre, à l'appui des idées de M. de Lapparent, que la région orientale de l'Etna, où les variations de la gravité sont à la fois les plus brusques et les plus remarquables, n'est pas seulement sujette à des manifestations sismiques fréquentes, mais qu'elle est aussi sillonnée par de profondes fissures du sol. — M. H. **Arsandaux** a constaté que le massif de Khakhadian (Soudan occidental) est constitué par des roches sédimentaires d'âge indéterminé, mais vraisemblablement ancien, renfermant des intercalations de tufs andésitiques d'origine volcanique; elles sont traversées par des roches éruptives variées.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 15 Mars 1904.

M. A. **Pinard** présente un Rapport sur un arrêté pris par M. **Morel de Villiers**, médecin et maire de la commune de Villiers-le-Duc (Côte-d'Or), et relatif à la protection des enfants du premier âge. A la suite de l'application des mesures prescrites, la mortalité infantile, qui a été, en moyenne, de 22 °/₀ pendant la période 1800-1893 (maximum annuel de 30,8 °/₀), est tombée à zéro pendant la dernière période décennale (1893-1903). — M. J. **Lucas-Championnière** : Fractures du radius dues au retour de la manivelle d'automobile (voir p. 328). — M. **Suarez de Mendoza** lit un Mémoire sur la syphilis intestinale.

Séance du 22 Mars 1904.

MM. **Maunoury** (de Chartres) et **Jeannel** (de Toulouse) sont élus Correspondants nationaux dans la Division de Chirurgie.

MM. A. **Poncet** et L. **Bérard** décrivent les caractères cliniques qui permettent de différencier l'actinomycose de la tuberculose, de la syphilis et surtout du cancer. La recherche microscopique du champignon au laboratoire ne doit être qu'un moyen de confirmation du diagnostic clinique.

Séance du 29 Mars 1904.

M. **Kirmisson** a réalisé la chloroformisation avec un mélange de chloroforme et d'oxygène au moyen de l'appareil de Roth; il montre qu'elle constitue un réel progrès. — M. **Motais** a étudié la valeur pronostique des complications oculaires sur l'évolution tardive de la syphilis. Elles ont été suivies d'accidents tertiaires graves dans 43 cas sur 82 cas observés, soit 52 °/₀. Après l'iritis, les lésions des centres nerveux sont relativement rares; celles des os dominent; dans la chorio-rétinite, la proportion se renverse; enfin, dans la névrite optique, les centres nerveux sont à peu près seuls en cause. — M. le Dr **Philippe** lit un Mémoire sur l'emploi de l'acide carbonique chaud dans les sinusites. — M. le Dr **Billon** donne lecture d'une étude physiologique sur un nouveau produit chimique. — M. le Dr **Leredde** lit un travail sur le traitement du cancer par les rayons X.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 5 Mars 1904.

M. **N. Lombroso** a reconnu que l'absorption des graisses peut se faire d'une façon variable, mais toujours considérable, chez les chiens qui ont eu les conduits pancréatiques liés. Après cette liaison, il existe, en effet, dans l'intestin, un léger pouvoir lipolytique dû aux sucs entériques, et qui peut servir à expliquer l'absorption des graisses. Toutefois, le pancréas à conduits liés continue à avoir une influence sur l'absorption, indépendante des phénomènes lipolytiques. — MM. **J. Gautrelet** et **J.-P. Langlois** ont constaté que les lapins alimentés commencent leur polypnée réflexe aussitôt que la température dépasse 35°; les lapins en inanition ne font pas de polypnée, mais il suffit de les réalimenter pour voir apparaître la polypnée. — M. **G. Loisel** a observé que le testicule du coq élabore normalement deux sortes de pigments : des pigments clairs, solubles dans l'alcool, élaborés par les cellules germinatives, souches des éléments séminaux, et des pigments noirs, insolubles, élaborés par les cellules conjonctives hypertrophiées. — M. **G. Marinesco** a reconnu qu'après l'arrachement et aussi la rupture violente du nerf hypoglosse, la destruction des neurofibrilles commence dans la région périnucléaire et envahit plus tard les prolongements. — MM. **M. Caullery** et **F. Mesnil** décrivent un type nouveau d'Actinomyxidie, le *Sphaeractinomyxon stolci*, qu'ils ont découvert dans la cavité générale de Tubificides marins de l'anse Saint-Martin. Les auteurs croient que les véritables affinités des Actinomyxidies sont avec les Myxosporidies. — M. **A. Guilliermond** a rencontré, dans les cellules du péritèce de la *Peziza rutilans*, un gros noyau rempli de chromatine, qui ressemble, par sa haute différenciation, à un noyau de Phanérogame. — MM. **A. Charrin** et **Le Play** ont constaté que, normalement, le contenu intestinal renferme des éléments capables d'enrayer le développement de jeunes organismes. — M. **A. Frouin** montre l'utilité de pratiquer plusieurs fistules de Thiry chez un même animal, pour l'étude des conditions de la sécrétion intestinale. — MM. **M.-A. Ruffer** et **M. Crendiropoulo** ont cherché à séparer *grosso modo* les différentes substances contenues dans la bile, et ont obtenu deux substances hémolytiques et une hémomosique. — MM. **M. Doyon** et **N. Kareff** ont observé que l'incoagulabilité du sang due à l'atropine se manifeste un temps très court après l'injection; elle persiste souvent deux heures environ.

Séance du 12 Mars 1904.

MM. **F. Widal** et **A. Javal** montrent que, chez le sujet normal, c'est la chloruration de l'organisme qui règle son hydratation. — M. **R. Dubois** pense que la production de lumière par les animaux est due à un phénomène de cristallisation et peut être comparée à celle qui est dégagée par les corps radio-actifs. — MM. **E. Rist** et **L. Ribadeau-Dumas** ont reconnu que, chez les animaux normaux, la rate joue un rôle primordial dans l'acquisition de l'immunité contre le taurocholate de soude. — Les mêmes auteurs ont observé une remarquable analogie entre les propriétés antihémolytiques du sérum humain dans l'ictère et celles que l'on détermine dans le sérum de lapin par l'immunisation contre le taurocholate de soude. — M. **G. Loisel** montre que le fonctionnement du testicule n'est pas la cause directe, primordiale, des phénomènes de pigmentation qui caractérisent l'activité sexuelle chez la Grenouille rousse. — Le même auteur a observé, dans les espaces intertubulaires du testicule du poulet, deux sortes de cellules élaboratrices : les unes, élaborant des pigments clairs, proviennent de l'ébauche germinative; les autres, élaborant des pigments foncés insolubles, sont des éléments conjonctifs hypertrophiés. — M. **F. Noc** a constaté que la sécrétion venimeuse de l'*Ornithorhynchus paradoxus* possède certaines propriétés des venins des serpents, mais est dépourvue, *in vitro*, des propriétés hémolytique et protéolytique. — MM. **G. Billard** et **L. Dieulafé** ont reconnu que la toxicité des solutions des divers alcools est d'autant plus grande que leur tension superficielle est plus faible. — MM. **S. Arloing** et **P. Courmont** ont étudié un certain nombre de cultures homogènes de tuberculose; toutes se sont montrées agglutinogènes, mais non pas toutes agglutinables. — MM. **J. Nicolas** et **P. Courmont** ont étudié deux cultures liquides de tuberculose aviaire; elles ont été agglutinogènes, mais elles ne furent absolument pas agglutinées. — M. **A. Trillat** : Action de la formaldéhyde sur le lait (voir p. 363). — M. **E. Devaux** a observé une grande analogie entre les lipomes artificiels de la nuque des porteurs malgaches et les lipomes naturels de certains animaux (zébu, bison, dromadaire). — M. **A. Frouin** montre que la sécrétion intestinale peut se produire, en dehors de l'excitation mécanique ou électrique directe, sous l'influence d'excitants chimiques. Dans les conditions physiologiques, l'HCl normal du suc gastrique peut provoquer, par son passage dans l'intestin, les sécrétions pancréatique, biliaire et entérique. — Le même auteur signale l'utilité des fistules gastrique et intestinale pour l'étude de la sécrétion et de l'excrétion de la bile chez des animaux munis de fistules biliaires. — M. **N. Gréhant** montre l'exactitude de son procédé de dosage de l'urée par l'acide nitreux. — M. **L. Azoulay** est parvenu, par l'emploi de la méthode à l'argent réduit de Cajal, à voir chez la Sangsue les neurofibrilles des cellules nerveuses placées dans le tissu conjonctif qui entoure le tube gastrique. — M. **P. Marchal** communique ses recherches sur le déterminisme de la polyembryonie spécifique et le déterminisme du sexe chez les Hyménoptères à développement monoembryonnaire. — M. **F. J. Bosc** a reconnu l'existence, dans les inclusions cancéreuses, d'un noyau véritable, de divisions nucléaires et de modifications qui se produisent au cours de ces divisions.

M. **Manouvrier** est élu membre de la Société.

Séance du 19 Mars 1904.

M. **R. Dubois** rappelle les idées qu'il a émises depuis longtemps sur le rôle de l'eau dans la fécondation. — M. **A. Giard** énumère les phénomènes qu'il range sous la désignation de *tonogamie*. — M. **A. Billet** a observé, chez le Crapaud du Nord de l'Afrique, l'Hémogrégarine décrite récemment par M. Ch. Nicolle. Il a trouvé, d'autre part, dans le sang d'une Couleuvre vipérine des environs de Constantine, une hémogrégarine nouvelle, qu'il nomme *H. viperini*. — MM. **A. Gilbert** et **J. Jomier** ont constaté que le peroxyde de magnésium, grâce à l'oxygène naissant qu'il dégage, se comporte comme un bon antiseptique interne, dans les affections de l'estomac comme dans celles de l'intestin. — M. **A. Lorand** a observé un véritable antagonisme entre le pancréas (îlots de Langerhans) et la thyroïde. — MM. **F. Battelli** et **G. Mioni** ont reconnu que, chez le chien, le pouvoir bactéricide de la lymphe est légè-

rement inférieur à celui du sérum sanguin; celui du liquide péricardique est nul ou très faible. L'alexine bactéricide paraît être sécrétée par les gros leucocytes mononucléaires. — M. **R. Dubois** se demande si les accidents dus aux chloroformes impurs ne sont pas attribuables à la présence de chlorure d'éthylidène, qui, administré seul, produit une syncope foudroyante. — MM. **G. Billard** et **L. Dieulafé** montrent qu'il existe une relation très étroite entre la viscosité et la volatilité des alcools, ce qui permet de diagnostiquer leur toxicité par la pipette compte-gouttes. — M. **V. Henri**, Mlle **Philoche** et M. **E.-F. Terroine** : Etudes sur la loi d'action de la maltase (voir p. 416). — M. **A. Branca** montre que l'assise superficielle des cellules déciduales peut présenter une structure particulière sur celle de ses faces qui s'accole aux villosités du chorion. Elles diffèrent, en outre, des cellules profondes par leur dimension moitié moindre et leur forte vitalité. — M. **H. Busquet** a observé que le strabisme qui se produit sous l'action de la volonté est horizontal; il est convergent et rarement divergent. — MM. **G. Leven** et **Caussade** ont observé une augmentation de poids par hydratation simple chez un malade non brightique soumis au régime chloruré. — M. **G. Loisel** a constaté que les ovaires de *Rana esculenta* contiennent des toxalbumines et des alcaloïdes excessivement toxiques, qui tuent en peu de temps, par simple injection sous-cutanée, des grenouilles de même espèce. M. **L. Manouvrier** s'est servi de la palpation méthodique comme procédé d'étude des actions musculaires, et en particulier des fonctions du muscle du *fascia lata*. — M. **Gellé** montre que la multiplicité des actes articulatoires et leur vitesse de succession sont des facteurs des plus influents des troubles de la parole (bégaiement, etc.). — MM. **F. Widal** et **A. Javal** ont déterminé la teneur en chlore des vomissements urémiques et ont constaté qu'il s'élimine ainsi une fraction importante de cet élément.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séance du 2 Mars 1904.

M. **Ch. Mongour** a observé que le volume du foie est essentiellement variable dans le cours de la fièvre typhoïde. — M. **R. de Nabias** décrit une nouvelle méthode au chlorure d'or pour la coloration rapide du système nerveux. — M. **J. Kunstler** a étudié les mœurs du Muge de l'étang de Mimizan. — M. **J. Chaine** a observé, chez un poulet monstrueux monosomien, qu'au niveau de la région commune aux deux têtes les muscles ont un développement bien moindre qu'à l'état normal. — M. **Ch. Pérez** présente quelques exemplaires de *Phlœa longirostris*, Hémiptère mimétique de lichens. — M. **J. Bergonié** a mesuré, au moyen de la méthode décrite précédemment, les coefficients d'utilité pratique de quelques vêtements confectionnés. — MM. **Brau** et **Denier** ont isolé, chez un cholérique de Cochinchine, un vibrion, dont les cultures, en injections intra-veineuses, paraissent capables de donner, chez le chien, un choléra se rapprochant de celui de l'homme.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE NANCY

Séance du 14 Mars 1904.

MM. **P. Ferret** et **A. Weber** étudient les malformations apportées à la forme du corps des jeunes embryons d'Oiseaux par les malformations du système nerveux central. — Les mêmes auteurs pensent qu'il faut renoncer, d'une manière générale, à chercher dans les faits tératologiques des retours à l'état ancestral. — M. **A. Prenant** décrit la structure des cellules épithéliales intestinales du *Distomum hepaticum* L. — M. **Florentin** présente des préparations de larves d'un Diptère, l'*Homalomyia canicularis* L., trouvées dans un estomac humain. Celles-ci ne sont, cependant, pas de véritables parasites. — M. **Aug. Charpentier** présente de nouveaux écrans pour l'observation des radiations physiologiques. Il montre que les rayons N ont une action sur l'olfaction, la gustation et certains centres auditifs. Les rayons N_1 produisent sur le système nerveux des effets inverses de ceux des rayons positifs. — M. **X. Mathieu** a observé que, chez la grenouille, la respiration d'oxygène n'empêche pas, comme chez les Mammifères, l'apparition des convulsions dans l'empoisonnement strychnique.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE MARSEILLE

Séance du 15 Mars 1904.

MM. **Boinet** et **Combes** ont reconnu que le sac laryngien extra-ventriculaire qu'on observe exceptionnellement chez l'homme est constitué par un développement exagéré de l'appendice du ventricule de Morgagni. — M. **Alezais** a retrouvé, chez le Maki, le grand adducteur avec trois portions et un ischio-condylien très réduit à insertion caudale. — M. **Ch. Livon** a reconnu que le tissu musculaire est l'un des points de destruction de l'adrénaline dans l'organisme. — MM. **A. Raybaud** et **L. Vernet** donnent la formule hémo-leucocytaire du nouveau-né normal. La mononucléose signalée par les auteurs est précédée, durant les premières heures de la vie, d'une polynucléose marquée.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 18 Mars 1904.

MM. **Victor Henri** et **André Mayer** ont cherché à appliquer *la règle des phases à l'étude de la précipitation des colloïdes*. En étudiant les conditions de précipitation des colloïdes par différents électrolytes, on est amené à diviser les colloïdes en positifs et négatifs : les premiers précipitables par les anions, les seconds par les cations; les premiers se transportant dans un champ électrique vers la cathode, les seconds vers l'anode; les premiers précipités par les radiations β du radium, les seconds insensibles à ces radiations. L'ensemble de ces résultats, obtenus par différents auteurs et par MM. Henri et Mayer, semble montrer que la précipitation des colloïdes est un phénomène bien différent de celui de la précipitation des corps dissous quelconques et que, par conséquent, l'étude systématique de la précipitation des colloïdes ne peut pas être faite par les mêmes méthodes que celle de la précipitation des corps dissous, c'est-à-dire que la règle des phases ne peut pas servir de guide dans le cas des sollutions colloïdales. Cette conclusion, qui a été formulée par différents auteurs, paraît être inexacte. Les auteurs croient qu'on peut appliquer la règle des phases à l'étude systématique de la précipitation des colloïdes toutes les fois que les phénomènes de précipitation seront réversibles. Deux méthodes différentes se présentent pour l'application de la règle des phases aux solutions colloïdales : 1° On peut considérer une solution colloïdale comme formée de granules très petits qui sont en suspension dans un liquide; la composition de ces granules étant différente de celle du liquide environnant, on peut envisager la solution colloïdale comme formée de deux phases correspondant au liquide et aux granules. Pour pouvoir appliquer la règle des phases à un système de ce genre, il faut d'abord montrer que la formation et la disparition de ces granules peuvent être des phénomènes réversibles; on peut le montrer sur des exemples d'émulsions et de solutions colloïdales obtenues au voisinage de points critiques pour des mélanges de deux ou trois corps. Par exemple, si l'on a trois liquides A, B, C, tels que A dissout B et C, et B est insoluble dans C, on pourra souvent former un mélange de ces trois corps qui présentera toutes les propriétés de solutions colloïdales (transport électrique, bleu de Tyndall, précipitation par les électrolytes, absorption, etc.). La formation des colloïdes de ce genre sera souvent réversible (exemple : eau, chloroforme, alcool; eau, alcool, colophane; etc.). Quel-

quefois, un mélange de deux corps (eau et phénol, eau et acide isobutyrique, etc.) donnera lieu, au voisinage du point critique, à une solution ayant toutes les propriétés des colloïdes. Dans l'application de la règle des phases à ces colloïdes, il y a lieu de distinguer ceux qui sont formés de deux corps de ceux qui contiennent trois corps. Pour les premiers, on voit que, si les forces capillaires n'interviennent pas comme facteur d'action, la composition de chacune des deux phases est indépendante de la quantité des composantes; si, au contraire, la tension superficielle intervient comme facteur d'action au même titre que la température et la pression, la composition de deux phases changera, et de la variation de cette composition on pourra déduire l'influence de la tension superficielle (composition des mousses, solubilité de poudres très fines, etc.). 2° La deuxième manière d'appliquer la règle des phases aux colloïdes consiste à considérer une solution colloïdale comme formant une seule phase (le mot *phase* se trouve donc ainsi un peu étendu), et à traiter les différents équilibres comme si l'on avait une solution normale quelconque. Tout un ensemble d'expériences montrent qu'on a le droit de procéder de cette manière, et que la règle des phases permet, dans ces cas, une étude et une classification systématiques des conditions de précipitation des colloïdes. En effet, avec des colloïdes très différents, tels que l'hydrate ferrique, l'argent colloïdal, le ferrocyanure de cuivre, de fer ou de zinc, l'amidon, le glycogène, la gélatine, les différentes substances albuminoïdes (sérum-albumine, albuminoïdes d'œuf, caséine, albumoses, etc.), on obtient des précipitations qui ont, d'une part, le caractère de réversibilité et où, d'autre part, la précipitation du colloïde n'est pas totale. En résumé, la règle des phases, appliquée aux solutions colloïdales comme à des solutions normales, permet d'étudier et de classer systématiquement les conditions de précipitation de toute une série de colloïdes. M. **G. Wyrouboff** fait observer qu'il n'y a pas lieu de faire des théories sur les colloïdes avant de s'entendre sur ce qu'on doit appeler *corps colloïdal*. Les idées à ce sujet sont, jusqu'ici, extrêmement vagues et n'ont, par conséquent, aucun caractère scientifique; c'est ainsi que l'on confond souvent les *émulsions* avec les *solutions colloïdales*, et que l'on imagine des hypothèses qui s'appliquent tantôt aux unes, tantôt aux autres, suivant le point de vue auquel on se place En réalité, l'état colloïdal est un état physique particulier, propre à des espèces chimiques fort différentes, et il importe avant tout de distinguer soigneusement les réactions chimiques que présentent ces corps des phénomènes d'ordre purement physique qui accompagnent ces réactions. M. **Jean Perrin** fait observer que les faits signalés dans la communication de MM. Henri et Mayer ne sont pas en opposition avec la théorie des colloïdes qu'il a proposée, théorie qui introduit implicitement les deux variables *charge de contact* et *cohésion*. Une solution colloïdale formée de *granules* en suspension peut précipiter par diminution de la charge de contact ou par accroissement de la cohésion des granules, et l'on s'explique ainsi qu'une même solution puisse précipiter soit par addition de sel, soit par addition d'eau. Les recherches de MM. V. Henri et Mayer conduisent à regarder chaque granule comme ayant une composition variable et pouvant, en particulier, dissoudre de l'eau. — M. **E. Grassot** présente un *fluxmètre* qui repose sur le principe d'une méthode galvanométrique indiquée par M. Féry (*Comptes rendus*, 5 juin 1899). Il est constitué par un galvanomètre genre Deprez-d'Arsonval, dont le couple de torsion est très petit et, par conséquent, l'amortissement très grand. Si l'on relie ce galvanomètre à une force électromotrice faible, le cadre, n'ayant aucun travail à produire, se déplacera avec une vitesse telle qu'il engendrera une force contre-électromotrice opposée et presque égale à celle qui lui est appliquée; on aura donc, en appelant α le déplacement et E la force électromotrice aux bornes :

$$\frac{d\alpha}{dt} = KE, \qquad \alpha = \int E\,dt.$$

La bobine, en se déplaçant dans le champ de l'appareil, produit un flux Φ également proportionnel à ce déplacement : $\alpha = K\Phi$. Le flux Φ engendré par le déplacement de la bobine est égal et opposé à $\int E\,dt$ appliquée aux bornes. Si, au lieu de relier l'appareil à une force électromotrice, on le met en relation avec une bobine d'un nombre de tours déterminé placée dans un champ uniforme, une variation de ce champ se traduira par une variation de flux dans la bobine, c'est-à dire par une force électromotrice $E = \frac{d\Phi}{dt}$. Lorsque la variation sera terminée, on aura produit aux bornes de l'appareil $\int E\,dt = \Phi$; nous voyons donc qu'une variation de flux dans la bobine extérieure à l'appareil correspond à une déviation déterminée de l'aiguille. L'appareil, réalisé par la « Compagnie pour la fabrication des compteurs », est très robuste. Les applications de cet appareil sont celles du balistique, qu'il peut remplacer dans tous les cas en présentant de plus les avantages : d'être indéréglable, de ne pas être influencé par les champs extérieurs, d'avoir une sensibilité indépendante de la résistance du circuit, et enfin d'être à lecture directe. Il permet, en outre, de mesurer des variations de flux très lentes, ce qui est impossible par les méthodes ordinaires. — M. **Ch. Féry** présente un *télescope pyrométrique pour basses températures*. Les pyromètres basés sur l'emploi de la loi de Stéfan sont relativement très peu sensibles aux basses températures (rouge sombre); cela provient de la formule même qui exprime la loi : $\delta = a\,T^4$, et aussi des rayons *métalliquement* réfléchis à la surface d'incidence; l'auteur a donc mis son appareil sous forme d'un télescope à miroir argenté *au dos*. Dans ces conditions, il est facile de faire en sorte que les foyers des deux surfaces réfléchissantes (vitreuse et métallique) du miroir coïncident. La sensibilité de l'instrument se trouve déjà grandement accrue. — M. **N. V. Karpen** décrit un *nouveau récepteur pour la télégraphie sans fil*. Entre deux armatures cylindriques verticales *a* se trouve, suspendue par un fil en quartz, une *aiguille* formée de deux parties cylindriques en aluminium mince, réunies métalliquement. Les armatures *a* sont réunies par un circuit S ayant une self-induction convenable. L'une des bornes de l'appareil ainsi formé est mise à la terre; l'autre borne est mise en communication avec l'antenne. Lorsque l'antenne est impressionnée par des ondes électriques, les bornes de l'appareil sont soumises à une différence de potentiel alternative, dont la période est celle des ondes. Dans ces conditions, l'aiguille tourne autour de son point de suspension de façon à augmenter la capacité du système. Les déviations sont observées par réflexion à l'aide d'un petit miroir solidaire de l'aiguille. Pour préserver l'aiguille d'une charge accidentelle, on peut la réunir électriquement au milieu du circuit S. La réception se fait dans les meilleures conditions lorsque la self-induction du circuit S et la capacité du système, à laquelle on peut ajouter une capacité auxiliaire, satisfont à la condition de résonance. On sait que les cohéreurs et les récepteurs magnétiques sont sensibles surtout au choc du front de l'onde; au contraire, le présent appareil accumule les effets et mesure l'énergie reçue par l'antenne.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 11 Mars 1904.

M. **E. Blaise** a demandé l'ouverture d'un pli cacheté, déposé le 24 avril 1902, sur une nouvelle méthode de préparation des aldéhydes. Cette méthode est basée sur la décomposition spontanée des α-oxy-acides sous l'influence de la chaleur. A partir d'un acide $C^nH^{2n}O^3$, elle permet d'obtenir l'aldéhyde en C^{n-1}. Soit l'acide pélargonique. Cet acide, bromé suivant la méthode Hell-Volhard-Zelinsky, fournit l'acide α-bromé corres-

pondant, qui, traité par la potasse, donne l'acide α-oxypélargonique. Celui-ci cristallise par refroidissement de la solution chloroformique en lamelles fusibles à 73°. L'acide α-oxypélargonique, chauffé lentement à feu nu dans un ballon à tubulure latérale, perd de l'eau. Si, lorsque l'élimination d'eau est terminée, on distille dans un excellent vide, les premières portions distillées se prennent en une masse cristalline qui constitue la lactone oxypélargonique : ce corps fond à 79°. Si, au lieu de distiller dans le vide, on continue la distillation à la pression ordinaire, on constate un abondant dégagement de CO. Le produit distillé renferme un produit neutre et des produits acides. Le produit neutre, qu'on sépare le mieux par rectification dans le vide, est l'aldéhyde octylique, bouillant à 81° sous 32 mm. Elle est pure dès la première rectification, et la quantité obtenue représente 57,57 °/₀ du rendement théorique. Le produit acide est constitué par un mélange d'acides non saturés : les acide αβ et βγ-nonyléniques. Cette réaction est très générale. Elle a été appliquée aux acides α-oxycaproïque et α-oxylaurique. — M. **Nicolardot** indique quelques modifications aux méthodes de dosage du vanadium dans les minerais et les alliages renfermant du vanadium. Il complète et rectifie sur certains points le procédé, publié déjà par lui, pour doser le vanadium dans les fers et dans les aciers, et insiste sur les avantages du titrage au permanganate de potasse des composés du vanadium ramenés par l'alcool ou le sulfite de soude à l'état d'acide hypovanadique. La séparation du chrome et du vanadium, très laborieuse par les méthodes ordinaires, s'obtient assez facilement, soit par l'hydrate ferrique condensé que l'on traite ensuite par l'ammoniaque, soit par fusion du mélange renfermant le chrome et le vanadium avec le chlorate de potasse et formation d'acide chlorochromique par addition d'acide sulfurique concentré renfermant un peu d'anhydride. — M. **C. Matignon** expose ses recherches sur la prévision des réactions. — MM. **A. Brochet** et **J. Petit** exposent quelques recherches sur l'emploi du courant alternatif en électrolyse. La dissolution de certains métaux (cuivre, zinc, nickel) dans le cyanure de potassium se fait avec de très bons rendements. D'une façon générale, les oxydants sont réduits et les réducteurs oxydés; on arrive à un état d'équilibre variable suivant les conditions de l'expérience. Le plomb se dissout aisément dans les acides, notamment l'acide sulfurique. Enfin, le fer, qui n'est soluble dans le cyanure de potassium que d'une façon insignifiante avec ou sans l'action du courant continu, donne avec le courant alternatif du ferrocyanure avec un rendement élevé. — M. **L. Maquenne** expose les résultats des recherches qu'il a poursuivies, en collaboration avec M. **L. Philippe**, en vue d'établir la véritable formule et la constitution de la ricinine. D'après ces auteurs, l'acide ricinique se dédouble en acide carbonique, ammoniaque et méthooxypyridone, d'où il résulte que la ricinine est probablement un iminopicoline-carbonate de méthyle, de formule $C^8H^8Az^2O^3$. — MM. **L. Maquenne** et **Goodwin** ont reconnu que le carbanile réagit sur tous les sucres, réducteurs ou non, pour donner des phényl-uréthanes saturées; la réaction a été étendue à l'isocyanate d'éthyle, qui donne avec la mannite une hexaéthyluréthane toute semblable au composé phénylé. — M. **L. Maquenne**, à propos d'une communication de MM. Müller et Tollens, publiée récemment aux *Berichte*, rappelle que le bloc métallique dont il se sert pour déterminer les points de fusion a surtout pour objet de faire connaître la température de fusion instantanée des corps qui s'altèrent sous l'action de la chaleur, et il expose en détail la marche qu'il convient de suivre pour y parvenir. — M. **A. Trillat** a envoyé deux Notes : l'une, sur l'influence activante de l'albumine dans l'oxydation par le manganèse; l'autre, sur les propriétés de solutions colloïdales organo-métalliques à base de manganèse. — M. **Cari-Mantrand** a envoyé une Note sur un nouveau procédé d'interversion du sucre de canne et l'emploi du sucre interverti comme succédané du moût de raisin. — M. **Guilleman** a envoyé une Note sur l'éthylcarbylamine dibromée. — MM. **E. Charabot** et **Rocherolles** ont envoyé une Note intitulée : Recherches expérimentales sur la distillation. — MM. **A. Seyewetz** et **Gibello** ont envoyé une Note intitulée : Synthèses de sucres à partir du trioxyméthylène et du sulfite de soude. — MM. **J. Ville** et **Derrien** ont envoyé une Note intitulée : Sur le dosage des chlorures dans l'urine. — M. **Schneider** a envoyé une Note intitulée : Etude de nomenclature. — M. **Pozzi-Escot** a envoyé deux Notes intitulées, l'une : Recherches sur les propriétés chlorurantes d'un mélange de gaz acide chlorhydrique et d'hydrogène; l'autre : Etude d'un produit d'addition nouveau du méthyl-p-amido-phénol et du triphénol-1 : 2 : 3-métagallol; application au développement de l'image latente en photographie.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 11 Février 1904 (suite).

Lord **Rayleigh** *communique ses recherches sur les compressibilités de l'oxygène, de l'hydrogène, de l'azote et de l'oxyde de carbone entre une atmosphère et une demi-atmosphère de pression, et sur les poids atomiques de ces éléments.* Les observations relatées dans son Mémoire ont été faites avec un appareil construit sur le même plan que celui qui a été déjà décrit[1]. La seule modification importante consiste dans le fait que les deux volumes simples, lesquels, employés ensemble, constituent le volume double, ont été employés séparément et alternativement, de façon à éliminer, dans chaque série de mesures, toute question touchant au rapport de ces volumes. Les températures ont été comprises entre 10° et 15°, et l'on a pris soin que, dans chaque mesure, les températures moyennes fussent presque exactement les mêmes pour le volume simple et pour le volume double. Les résultats ont été beaucoup réduits et ils donnent, pour les valeurs de B, qui, d'après la loi de Bayle, devrait être égal à l'unité : Oxygène, 1,00040; Hydrogène, 0,99976; Azote, 1,00017; Oxyde de carbone, 1,00028. B indique ici le quotient de la valeur de pv à une 1/2 atmosphère par la valeur correspondante à une atmosphère entière. D'après la façon dont il se comporte sous des pressions plus élevées, on est en droit de supposer que, dans le cas de l'hydrogène, B est moindre qu'une unité, et qu'il dépasse l'unité pour les autres gaz. Si l'on mesure p en atmosphères et si l'on suppose, comme cela a été fait généralement, par exemple par Regnault et van der Waals, qu'à de faibles pressions l'équation d'une isotherme est $pv = PV(1 + ap)$, PV étant la valeur du produit à l'état de complète raréfaction, alors $a = 2(1 - B)$. L'intérêt principal de la connaissance du coefficient a, c'est qu'il sert à trouver une correction pour les densités relatives des gaz observés à la pression atmosphérique, de façon à déterminer quelles seraient les densités relatives dans un état de grande raréfaction, auquel la loi d'Avogadro seule est applicable. Si l'on prend l'oxygène comme étalon, on voit que le petit facteur correctif à introduire afin de passer du rapport des densités à une atmosphère au rapport lors d'une grande raréfaction est $(1+a)/(1+a_0)$, ou $1+2(B_0-B)$, l'indice o se rapportant à l'oxygène; il a les valeurs suivantes : hydrogène, 1,00128; azote, 1,00046; oxyde de carbone, 1,00024. Le double du premier nombre, c'est-à-dire 2,0026, représente, d'après la loi d'Avogadro, le volume d'hydrogène qui se combine avec un volume d'oxygène à la pression atmosphérique pour former de l'eau. Les déterminations directes de Scott ont donné 2,00245, et Morley, dans ses dernières recherches, a trouvé 2,0027, de sorte qu'il y a un bon accord. Le tableau suivant donne les densités des divers gaz, rapportées à l'oxygène = 16, à la pression atmosphérique et à une très

[1] *Phil. Trans.*, A, vol. CC, p. 417-30; 1902.

petite pression, telles que l'auteur les a déduites de ses propres observations :

GAZ	PRESSION ATMOSPHERIQUE	TRÈS PETITE PRESSION
Hydrogène	1,0075	,0088
Azote.	14,003	14,009
Oxyde de carbone. . .	14,000	14,003

D'après les recherches de M. Leduc et du Prof. Morley, il est probable que les nombres ci-dessus sont un peu trop élevés, peut-être d'un millième pour l'hydrogène. Le nombre non corrigé (14,003) pour l'azote a déjà été donné, et il contraste avec le nombre 14,05 obtenu par Stas. Cette question mérite d'attirer l'attention des chimistes. Si la loi d'Avogrado est strictement vraie, il semble impossible que le poids atomique de l'azote puisse être 14,05. D après le poids moléculaire de CO, c'est-à-dire 28,006, l'auteur déduit que le poids atomique du carbone est de 12,006. Cependant, il faut mentionner que D. Berthelot a obtenu des nombres presque identiques, basés sur les observations de Leduc.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 11 Mars 1904.

M. **Chree** communique ses recherches sur le *tourbillonnement et les vibrations transversales des arbres.* Le problème a déjà été traité mathématiquement par Greenhill, puis par Dunkerley. L'auteur montre qu'on peut arriver aux résultats de Dunkerley par une voie beaucoup plus simple et sans recourir à des hypothèses compliquées. — M. **W. Bennett** étudie les ombres produites par l'interposition d'un fil droit près du foyer d'un pinceau sortant d'une lentille ou d'un miroir non corrigé pour l'aberration de sphéricité. L'ombre réelle consiste généralement en deux branches, l'une fermée et l'autre ouverte, prenant la forme Φ dans un cas spécial symétrique.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 16 Mars 1904.

M. **P.-C. Ray** a obtenu le nitrite mercurique en évaporant dans le vide, sur H^2SO^4, la solution obtenue en décomposant $HgCl^2$ par le nitrate d'argent. Ce sel est décomposé par la chaleur à 100° en donnant du nitrate mercureux et de l'oxyde nitrique, avec un peu d'oxyde mercurique. — M. **J.-B. Hannay** a constaté que les glycérides supérieurs (stéarine, huiles d'olive, de lin, de castor, etc.) peuvent se combiner avec l'oxyde de plomb; les substances obtenues ressemblent à de la cire. Le dérivé oléique a la formule $C^3H^5O^3:Pb^3(C^{18}H^{33}O^2)^3$; il est décomposé par l'eau froide en glycérol et oléate basique de plomb. L'auteur n'a pu obtenir l'acide linolénique d'Hazura. — MM. **F.-D. Chattaway** et **W.-H. Lewis** montrent que, chez les dibenzoyltoluidines, un des groupes acyle peut passer, dans certaines conditions, de l'azote aminique dans le noyau, en déplaçant un atome d'H en para ou ortho par rapport à l'Az. — M. **O. Silberrad**, en faisant réagir le β-iodopropionate d'éthyle sur le disodioéthanetétracarboxylate d'éthyle, a obtenu un certain nombre de composés penta et hexacarboxyliques nouveaux. — M. **J.-H. Pollok** a mesuré la chaleur de formation du chlorure de glucinium anhydre sec; elle est de 155 calories. — MM. **H.-E. Burgess** et **Th.-H. Page** ont étudié la composition de l'huile de *limon* distillée; ils y ont trouvé du *l*-terpinéol, F. 35°, et un isomère liquide, puis un sesquiterpène nouveau, le *limène*, Eb. 131° sous 9 millimètres. — MM. **C.-H. Burgess** et **D.-L. Chapman**, par la mesure des vitesses relatives des ions I et I^3, confirment le fait que, dans les solutions aqueuses p'iode dans l'iodure de potassium, il se trouve un composé dissociable KI^3. — MM. **J.-B. Cohen** et **J. Marshall**, en réduisant le 2:6-dinitrotoluène par H^2S, ont obtenu le 2-nitro-4-amino-m-crésol et la-6nitro-*o*-toluidine. Le premier fond à 190° et est oxydé par PbO^2 et H^2SO^4 en 2-nitrotoluquinone, F.64°-65°. — MM. **W.-A. Bone**, **J.-J. Sudborough** et **Ch.-H.-G. Sprankling** ont préparé les éthers méthyliques acides des acides méthylsucciniques. — M. **J.-A.-N. Friend** montre que les valeurs obtenues dans la détermination de H^2O^2, en présence du persulfate de potassium, par titration avec $KMnO^4$, sont en général trop faibles. Pour obtenir de bons résultats, il faut que le temps de titration soit court, le volume faible et l'acide sulfurique très concentré. — M. **J. O'Sullivan** a constaté que les produits de l'hydrolyse de l'amidon de pomme de terre, au point de vue de la proportion de maltose et de dextrine, n'ont pas de relation quantitative avec ceux donnés par d'autres amidons.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE LIVERPOOL

Séance du 27 Janvier 1904.

M. **H.-B. Stocks** montre la grande importance de la présence de bactéries destructrices dans la fabrication des produits organiques d'origine végétale ou animale. Il décrit, comme exemple, ce qui se passe dans la fabrication de la gomme tragasol, où l'introduction de spores actives amène des troubles et des pertes de rendement.

Séance du 24 Février 1904.

M. **W.-R. Hardwick** a eu à remédier aux difficultés causées dans une fabrique d'acide sulfurique par l'emploi de pyrites arsenicales. L'anhydride arsénieux volatilisé pendant le grillage se condensait dans les chambres et, en particulier, dans la tour de Gay-Lussac. Il a surmonté la difficulté en traitant à chaud le liquide qui sort des tours de Glover par la quantité d'acide nitrique nécessaire pour transformer As^2O^3 en As^2O^5, ce dernier étant soluble dans l'acide sulfurique concentré.

SECTION DE NEW-YORK

Séance du 19 Février 1904.

M. **F.-S. Hyde** a préparé l'oxyde graphitique vert avec diverses espèces de graphites par la méthode de Fitzgerald. Il se forme d'autant plus facilement que la graphitisation est plus complète ; le charbon et les matières carbonacées ne donnent pas cet oxyde. — M. **R.-A. Worstall** a étudié l'absorption de l'iode par les diverses essences de térébenthine. Ce facteur peut servir d'essai de pureté ; tout échantillon ayant un indice d'iode inférieur à 370 °/₀ doit être condamné. — M. **S.-S. Sadtler** indique une nouvelle méthode pour la détermination de certaines aldéhydes et cétones dans les huiles essentielles. Elle est basée sur les deux réactions suivantes :

$$R.CHO + 2Na^2SO^3 + 2H^2O = R.CH:(NaSO^3)^2 + 2NaOH + H^2O;$$
$$R.CO.R + 2Na^2SO^3 + 2H^2O = R^2:C:(NaSO^3)^2 + 2NaOH + H^2O.$$

En neutralisant la soude formée par une quantité connue d'un acide titré, on peut déterminer la quantité de composé présent.

SECTION DE NOTTINGHAM

Séance du 24 Février 1904.

M. **L. Archbutt** confirme le fait que les indices d'iode obtenus par l'emploi de la solution d'Hanus (iodo-bromure) sont plus faibles que ceux qu'on obtient par la méthode de Wijs. La différence est particulièrement forte pour l'essence de térébenthine.

SECTION D'ÉCOSSE

Séance du 19 Janvier 1904.

M. **G.-H. Gemmel** communique ses recherches sur les méthodes d'essai chimique et mécanique du ciment Portland.

SECTION DU YORKSHIRE

Séance du 25 Janvier 1904.

MM. **F.-W. Richardson** et **A. Jaffé** décrivent une méthode de détermination du sucre de canne, du lactose, etc., dans le lait.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BERLIN

Séance du 18 Février 1904.

MM. **C. Runge** et **J. Precht**, en étudiant les lignes les plus intenses données par le spectre d'étincelle du radium, démontrent que les champs magnétiques produisent la même décomposition qu'on observe dans le cas de Mg, Ca, Sr, Ba. Cette décomposition est identique, non pas seulement qualitativement (c'est-à-dire par rapport au nombre de composantes et à leurs intensités relatives), mais même au point de vue quantitatif, les distances étant mesurées en fonction des nombres de périodes. Or, en ce qui regarde une relation possible entre les nombres de périodes correspondant aux lignes homologues et les poids atomiques de l'élément, on découvre une formule simple dans le cas de la seconde série secondaire, alors qu'on ne trouve de relation pareille s'appliquant à *toutes les séries* (la série principale et les deux séries secondaires) qu'en considérant, en fonction des poids atomiques, non pas les nombres de périodes eux-mêmes, mais les différences de chaque couple de nombres de périodes correspondant à une paire de lignes; en effet, la formule empirique $y = c.x^n$, où y est le poids atomique, x la différence des nombres de vibrations, et c et n certaines constantes, paraît très bien représenter les résultats des expériences, qui, d'autre part, font voir que le radium appartient au groupe des terres alcalines.

Séance du 3 Mars 1904.

MM. **F. Richarz** et **R. Schenck**, il y a quelque temps, ont fait part à l'Académie de l'observation que la blende de Sidot (sulfure de zinc) devient luminescente dans un courant d'ozone. Dans une communication ultérieure, les expérimentateurs résument quelques autres cas de luminescence due à l'ozone. Alors que le phosphore blanc, comme on sait, devient incandescent même dans l'air atmosphérique, le phosphore rouge ne présente de luminescence qu'au sein de l'ozone, cette luminescence étant de faible intensité dans le cas du phosphore rouge ordinaire, tandis que celle du phosphore retiré d'une solution de tribromure de phosphore est fort intense. Quand à ce qui regarde l'effet désozonisateur de la blende de Sidot et du phosphore rouge, un courant d'ozone, qui, ayant été abandonné à lui-même, n'était pas capable d'agir sur un jet de vapeur, a exercé un effet très intense après être venu au contact de l'une ou l'autre de ces substances. Parmi les autres corps qui présentent une faible incandescence au sein de l'ozone, il convient de mentionner l'acide arsénique vitreux; une goutte d'huile de térébenthine présente une luminescence très forte. Les expérimentateurs observent même qu'un doigt de la main, aussi bien que la laine, le papier, le lin, le coton, exposés à un courant d'oxygène fortement ozonisé et s'échappant dans l'air, présentent une luminescence qui est due probablement à l'adhérence de l'ozone. En ce qui concerne la question de savoir si la luminescence est due à l'oxydation des substances produites par l'ozone ou bien aux ions d'oxygène libérés par la désagrégation de l'ozone, les auteurs ont l'intention de faire des recherches spectroscopiques dans cette direction.

Séance du 10 Mars 1904.

M. **Vogel** présente les résultats de ses recherches sur l'astre double spectroscopique β-Aurigae. Cette étoile, connue comme étoile double spectroscopique depuis 1890, a surtout été observée à l'Observatoire de Cambridge (Amérique). Or, il y a quelque temps, M. Tikhoff, ayant fait des mesures sur les spectrogrammes pris à Pulkowa, est arrivé à des résultats en désaccord avec les expériences antérieures. Les observations organisées par l'auteur à l'Observatoire de Potsdam font voir que ni le temps de révolution déduit des expériences faites à Cambridge, ni celui qu'a déterminé Tikhoff, ne sont exacts. En se basant sur le chiffre trouvé par l'auteur, à savoir $3^d 23^h 2^m 16^s$, on voit disparaître les anomalies trouvées par M. Tikhoff. L'orbite de ces deux étoiles, tournant autour de leur centre de gravité commun, est presque circulaire; les masses des deux corps étant presque égales, leur somme est au moins quatre à cinq fois plus grande que la masse du Soleil. — M. **Van't Hoff** continue ses communications sur les conditions de formation des dépôts de sels océaniques. De concert avec MM. **Grassi** et **Dension**, l'auteur a étudié les solutions jouant un rôle dans les dépôts de sels naturels à la température de 83°, au point de vue de leur tension maxima. Les phénomènes sont, paraît-il, déterminés par l'allure de vingt solutions constantes. — M. **Schotti** présente une étude sur les intégrales réduites du premier genre, établissant un système de σ intégrales, capable de servir à la définition des fonctions abéliennes de σ variables, bien que le genre des différentes intégrales soit supérieur à σ. — M. **Strasburger** présente un Mémoire sur la division de réduction. Dans le cas du *Galtonia candicans*, présentant un objet tout particulièrement favorable aux recherches, ainsi que dans celui du *Tradescantia virginica*, l'auteur a été en mesure de démontrer, sur les oocytes ou spermatocytes primaires, une division de réduction hétérotypique dans le premier degré de division, lequel a été suivi par une division homéotypique. C'est à ce propos que l'auteur fait ressortir surtout l'importance des chromosomes pour l'hérédité, leur individualité, la synapse, ainsi que les problèmes de bâtardisation. — M. **J. Hartmann** a fait des recherches sur le spectre et l'orbite de δ-Orionis, en se basant sur une photographie prise à l'Observatoire de Potsdam. La période de $1^d 22^h$, indiquée par M. Deslandres (qui a découvert cet astre en 1900 à Meudon), se montre inexacte. La période déduite par l'auteur est de $5^d 17^h 34^m 38^s$; tous les éléments de l'orbite elliptique ont été déterminés. Dans ses recherches sur le spectre de l'étoile, l'auteur a observé qu'une ligne spectrale appartenant au calcium ne prend aucune part au déplacement périodique des autres lignes du spectre, dû au mouvement variable de l'étoile; il en conclut qu'une masse nébuleuse consistant en vapeurs de calcium se trouve entre la Terre et cet astre.

Séance du 17 Mars 1904.

M. **Frobenius** présente un Mémoire sur les caractères des groupes plusieurs fois transitifs. Un groupe de substitutions $2r$ fois transitif présente en commun avec le groupe symétrique du même degré tous les caractères dont les dimensions sont au plus égales à r.

ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 27 Février 1904.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **L.-E.-J. Brouwer** : *Sur la décomposition d'un mouvement continu autour d'un point* O *de l'espace* E_4 *à quatre dimensions en deux mouvements continus autour de* O *ou* E_3. Théorie. Application au mouvement Eulérien en E_4. — Rapport sur le Mémoire de M. **H. de Vries** : « Application de la cyclographie à la théorie des courbes planes », par MM. J. Cardinaal et J. de Vries. L'auteur s'occupe de la courbe plane algébrique la plus générale. Il en construit la surface cyclographique, lieu des droites coupant orthogonalement la courbe elle-même et sous un angle de 45° le plan de cette courbe. L'ordre de cette surface d'égale pente et de son arête de rebroussement, les nombres des plans osculateurs et des tan-

gentes stationnaires de cette courbe gauche. La seconde partie du travail contient des applications nombreuses faisant ressortir la fécondité de la méthode, par exemple la détermination du nombre des cercles touchant trois courbes complanaires données. Cette étude paraîtra dans les Mémoires de l'Académie.

2° Sciences physiques. — MM **C.-A. Lobry de Bruyn** et **L.-K. Wolff** : *Est-il possible de démontrer, à l'aide de la méthode optique de Tyndall, la présence des molécules dans les solutions?* Il y a quelques années, M. W. Spring, dans un Mémoire sur la diffusion de la lumière par des solutions, a indiqué un moyen de préparer des solutions aqueuses optiquement vides rendant invisible un faisceau de la lumière intense qui les traverse, ce qui forme une extension aux liquides des expériences de Tyndall sur les gaz. M. Spring parvint à ce but en faisant naître dans un liquide un précipité gélatineux d'un hydroxyde métallique; après clarification du liquide, l'accès de l'air étant empêché, les particules minces qui se trouvent même dans l'eau distillée sont enveloppées par le précipité colloïdal et entraînées vers le fond. Ainsi, M. Spring distinguait d'abord entre solutions colloïdales, ou pseudo-solutions, et solutions vraies, en rangeant dans le premier groupe les solutions qui, examinées avec des faisceaux intenses, montrent toujours une diffusion de la lumière, quelque faible qu'elle soit, et dans le second groupe les solutions qui peuvent être rendues absolument vides; mais, dans une communication plus récente, il est revenu sur cette opinion. Les auteurs ont répété les expériences de M. Spring, dont les recherches de MM. Siedentopf et Zsigmondy sur la démonstration et l'évaluation de la grandeur des particules ultramicroscopiques forment une extension importante. Leur résultat principal est qu'il est désirable que les recherches en question soient transportées du laboratoire de Chimie au laboratoire de Physique, et qu'elles y soient répétées avec le plus grand soin à l'aide d'instruments minutieux. — Ensuite, M **Lobry de Bruyn** présente, en son nom et au nom de M. **C. H. Sluiter** : *La transposition de Beckmann; la transformation de l'acétophénonoxime en acétanilide et sa vitesse.* La transposition en question, caractérisée par l'équation $R_2CAzOH \rightsquigarrow RCOAzHR$, a permis de déterminer la configuration de plusieurs stéréo-isomères, comme :

$$\begin{array}{c} RCR' \\ \| \\ AzOH \end{array} \rightarrow \begin{array}{c} RCAzHR' \\ O \end{array} \quad \text{et} \quad \begin{array}{c} RCR' \\ \| \\ HOAz \end{array} \rightarrow \begin{array}{c} RHAz-CR'. \\ O \end{array}$$

Elle a lieu sous l'influence de plusieurs réactifs, comme l'acide sulfurique, etc ; ces substances étant appliquées ordinairement en grande quantité, on estime probable que la transposition elle-même porte presque toujours sur des produits intermédiaires, contenant à l'azote un groupe négatif (ou le groupe OK) alternant avec le groupe alkyle ou aryle lié au carbone, de manière que l'amide se forme sous l'influence de l'addition d'eau. Ainsi :

$$\begin{array}{c} RCR' \\ | \\ AzOH \end{array} \rightarrow \begin{array}{c} RCR' \\ \| \\ AzX \end{array} \rightarrow \begin{array}{c} RCX + H^2O \\ | \\ AzR' \end{array} \rightarrow \begin{array}{c} RC=O \\ | \\ AzHR' \end{array}.$$

Les auteurs soumettent la transposition de Beckmann à une recherche de dynamique. La première substance examinée est l'acétophénonoxime, dont on ne connaît qu'une forme unique et qui se transforme en acétanilide d'après l'équation :

$$\begin{array}{c} C^6H^5-C-CH^3 \\ \| \\ HOAz \end{array} \rightarrow C^6H^5.HAz.COCH^3.$$

La vitesse de réaction augmente avec la quantité d'acide sulfurique dont on se sert, comme le montre le petit tableau suivant :

	Concentration de H^2SO^4	Constante de vitesse	Temps de transformation pour la moitié, en minutes
Température : 60°.	93,6	0,0011	275
	94,6	0,0013	232
	97,2	0,0038	75
	98,7	0,0070	43

Les résultats des auteurs prouvent que la transposition est vraiment intramoléculaire. Dans un complément, les auteurs démontrent que l'opinion émise par M. Stieglitz sur la nature de la transposition, d'après laquelle la transformation de Hoffmann et la transposition de Beckmann doivent être expliquées du même point de vue, n'est pas acceptable. — Enfin, M. de Bruyn présente deux études de M. **P. van Romburgh** : 1° *L'ocymène;* 2° *Les produits d'addition du s-trinitrobenzène.* — M. **A. F. Holleman** : *La nitration du fluorobenzène.* Dans la thèse de M. J. W. Beekman (*Rev. génér. des Sc.*, t. XIV, p. 1176), l'auteur exprime l'opinion, basée sur des séries incomplètes d'expériences, que, dans la nitration indiquée, les composés mononitriques isomères se forment en proportions différentes de celles qui se présentent chez les autres dérivés halogénés du benzène. M. Holleman communique ici les résultats de nouvelles séries d'expériences. A la fin de son étude, il fait connaître les résultats de toutes les déterminations quantitatives des produits de nitration des benzènes halogénés dans le tableau suivant :

	C^6H^5Fl	C^6H^5Cl	C^6H^5Br	C^6H^5I	
	—	—	—	—	
Ortho . .	6,1	29,8	37,6	34,2	Température de nitration : 0°
Méta. . .	4,1	0,3 (?)	0,3 (?)	—	
Para. . .	89,8	69,0	62,1	65,8	
Ortho . .	—	26,6	34,4	35,3	Température de nitration : 30°
Méta. . .	—	0,3 (?)	0,3 (?)	—	
Para. . .	—	73,1	65,3	64,7	

— M. H. W. Bakhuis Roozeboom présente au nom de M. **A. Smits** : *Contribution à la connaissance de l'allure de la décroissance de la tension de vapeur dans les solutions aqueuses.* Aperçu historique des résultats des méthodes du point d'ébullition, de la tension de vapeur et du point de solidification : Blagden (1788), Rüdorff (1861), Coppet (1871), Helmholtz (1886), Bremer (1887), Tammann (1887), Walker (1888), Dieterici (1898). Les recherches récentes de l'auteur ont été faites à l'aide du micromanomètre. Ensuite, l'auteur communique les résultats de la détermination de la décroissance de la tension de vapeur de NaCl et de solutions de cette substance à l'aide du micromanomètre, où le manomètre aniline-eau a été remplacé par le manomètre de Lord Rayleigh. Les résultats sont consignés en plusieurs tableaux. Enfin, M. Smits mentionne que dorénavant M. Biltz s'occupera de la loi de dilution chez les chlorates, les perchlorates et les permanganates, tandis qu'il se consacrera lui-même à une étude des nitrates à ce point de vue. — M. S. Hoogewerff communique au nom de M. **J. Rutten** : *Description d'un appareil régulateur de la pression pendant la distillation sous de faibles pressions.*

3° Sciences naturelles. Rapport sur le Mémoire de M. **J. Lorié** : « Quelques nouveaux percements du sol », par MM. J. M. van Bemmelen et J. L. C. Schrœder van der Kolk. — M. C. Winkler présente un Mémoire de M. **A. Gorter** : « L'image de mémoire ». Sont nommés rapporteurs : MM. H. Zwaardemaker et Th. Place. — Ensuite, M. Winkler présente un Mémoire de M. **R. P. van Calcar** : « Etudes clinico-biologiques du mécanisme des maladies d'infection ». Sont nommés rapporteurs MM. C. H. H. Spronck et M. W. Beyerinck.

P. H. Schoute.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette

15e ANNÉE N° 9 15 MAI 1904

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Election à l'Académie des Sciences. — La *Revue* est heureuse d'annoncer à ses lecteurs l'élection toute récente de son éminent collaborateur, M. G. Bigourdan, à l'Académie des Sciences.

Cette élection a eu lieu dans la séance du 25 avril. Le nombre des votants étant 53, M. Bigourdan a obtenu 45 suffrages, contre 5 donnés à M. Hamy, 2 à M. Puiseux et 1 bulletin blanc.

Tous nos lecteurs connaissent la belle carrière scientifique du nouvel académicien, qui, depuis vingt-cinq ans, n'a cessé de produire, dans l'ordre de l'Astronomie de position, une brillante série de découvertes. Ses travaux se rapportent : les uns à la grosse question de l'équation personnelle; les autres à la correction des déformations des instruments de recherche, à la détermination des éléments des comètes et des essaims d'étoiles filantes, à l'étude des étoiles fixes et des étoiles doubles, enfin à l'examen optique des rotations des planètes.

Plusieurs Missions dont il a été chargé en différents pays pour l'observation des éclipses se sont, grâce à lui, montrées particulièrement fructueuses, bien qu'accomplies dans des contrées, comme le Sénégal, où les travailleurs manquent de toutes ressources et se trouvent le plus souvent aux prises avec les atteintes si déprimantes du paludisme.

L'entrée de M. Bigourdan à l'Académie est la juste récompense de son constant dévoûment à la Science et des fruits que ce dévoûment a portés. L. O.

§ 2. — Nécrologie

Emile Duclaux. — La mort d'Emile Duclaux est — la *Revue* tient à l'exprimer très haut — un deuil universel : il fut à la fois un savant de haute valeur, un écrivain de science incomparable, un philosophe et, par ses actes, un grand moraliste.

Une plume autorisée exposera prochainement ici toute la grandeur de son œuvre. L. O.

Charles Soret. — Les Sciences physiques viennent de perdre un savant de grand mérite en la personne de M. Charles Soret, décédé à Genève, dans sa cinquantième année, après une courte maladie. Fils du célèbre physicien genevois Louis Soret, dont il fut à la fois le collaborateur et le collègue à l'Université, Ch. Soret entra dans la carrière universitaire en 1879 en qualité de professeur de Minéralogie, poste qu'il abandonna en 1888, à la suite de sa nomination de professeur de Physique expérimentale. Surmené par son enseignement, ses fonctions de recteur et ses travaux personnels, il se retira de l'Université en 1900.

Après avoir fait des études à Genève, puis à Paris, Soret ne tarda pas à se faire connaître par une série d'importantes recherches « sur l'état d'équilibre que prend, au point de vue de sa concentration, une dissolution saline primitivement homogène dont deux parties sont portées à des températures différentes », qu'il poursuivit de 1879 à 1888. Il s'y révéla comme un expérimentateur à la fois consciencieux et habile et comme un véritable savant. Ces recherches ont joué plus tard un rôle fondamental dans les travaux d'autres physiciens, et ils ont conduit à la *loi Soret* qui est le résumé de ces observations.

Dès 1882, Soret se consacra plus particulièrement à la Cristallographie et à l'Optique, ses branches favorites, et il laisse dans ces domaines de beaux travaux, concernant principalement la réfraction et la dispersion dans les corps cristallisés et la polarisation rotatoire. On lui doit un réfractomètre destiné à la mesure des indices de réfraction et de dispersion des corps solides. C'est cet appareil qui lui a permis, après des recherches fort délicates, de donner les résultats relatifs aux aluns cristallisés, qui se trouvent reproduits dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* depuis 1891.

La plupart des travaux de Soret ont été publiés dans les *Archives des Sciences physiques et naturelles* et les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris*. Les leçons de Cristallographie ont donné lieu à un excellent traité didactique, intitulé : *Eléments de Cristallographie physique*; très appréciés des spécialistes, ces Eléments compteront encore pendant longtemps parmi les meilleurs ouvrages.

Lorsque, après quelques années de repos, Soret parvint à se remettre des suites du surmenage qui l'avait éloigné de son laboratoire, il reprit avec joie ses tra-

vaux personnels. Une nouvelle et brillante carrière scientifique semblait s'ouvrir devant lui.

Il venait de publier la première partie d'un travail sur la tourmaline; mais une maladie foudroyante l'a surpris et terrassé au moment où il s'apprêtait à terminer son Mémoire.

Physicien de grand mérite, Soret était aussi un professeur consciencieux et distingué et un excellent recteur. Par son esprit conciliant, par la rectitude de son jugement, par sa modestie, Soret était un noble caractère. C'est par ces hautes qualités, jointes à une science profonde, qu'il s'était acquis la sympathie et la confiance de tous ceux qui l'ont approché.

H. Fehr,
Professeur à l'Université de Genève.

§ 3. — Electricité industrielle

Les oscillographes « Duddell ». — En raison de l'usage, de jour en jour plus répandu, des courants alternatifs, tant pour l'éclairage que pour la transmission d'énergie, il est de la plus grande importance pour l'ingénieur-électricien de connaître les formes d'ondes des courants alternatifs qu'il emploie. Par exemple, des moteurs à courant alternatif, qui donneraient un très grand rendement avec certaine forme d'onde, peuvent n'avoir qu'un très faible rendement ou peuvent même refuser tout à fait de marcher avec une autre forme. Le rendement des transformateurs dépend aussi, dans une certaine mesure, de la forme de l'onde; et bien des ingénieurs, qui sont disposés à faire de fortes dépenses pour obtenir une légère augmentation du rendement de leurs transformateurs ou moteurs, ne se rendent pas compte des économies sérieuses qu'ils pourraient réaliser en choisissant une forme d'onde convenable. Ainsi, on a trouvé que le rendement lumineux (lumière par watt) de l'arc à courant alternatif est de 44 °/₀ plus fort avec une courbe de force électromotrice à sommets aplatis qu'avec une courbe à sommets aigus. Au contraire, les transformateurs acquièrent le plus fort rendement lorsque la forme d'onde est à sommets aigus.

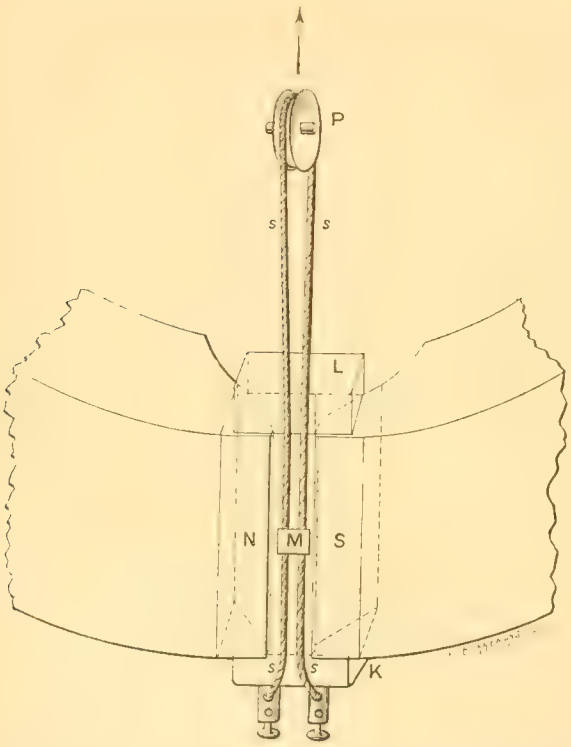


Fig. — *Schéma de l'oscillographe Duddell.* — N, S, pôles de l'aimant; *s*, *s*, ruban de bronze phosphoreux, replié autour de la poulie P; K, bloc; L, pont.

En outre, la rupture de câbles à haute tension et à extra-haute tension, qui entraîne de sérieuses pertes pécuniaires, est souvent due à des phénomènes de résonance qu'on peut éviter par une étude préalable de la forme de l'onde.

On comprendra donc toute l'importance d'une bonne méthode d'observation et d'analyse de la forme de l'onde d'un courant alternatif ou d'une différence de potentiel. Nos lecteurs connaissent les principaux oscillographes actuellement en usage pour résoudre le problème[1]. Un appareil nouveau semble apporter une solution plus précise : c'est l'oscillographe Duddell, dont la construction a été confiée à la Cambridge Scientific Instrument C°, qui en fabrique de quatre types différents.

Cet instrument, qui est, somme toute, une forme très perfectionnée de galvanomètre à bobine mobile, présente, sur les autres appareils employés actuellement pour l'observation et l'enregistrement de courants variables et de différences de potentiel, divers avantages. Il consiste essentiellement en un galvanomètre d'Arsonval combiné, soit avec un miroir rotatif ou vibrant, soit avec une pellicule photographique mobile ou une plaque photographique à déclanchement. Le schéma ci-contre (fig. 1) représente la partie galvanométrique de l'instrument et le principe d'après lequel il travaille. Dans l'étroite ouverture séparant les pôles N, S, d'un puissant aimant, sont tendus deux conducteurs parallèles *s*, *s*, formés en repliant sur lui-même un ruban de bronze phosphoreux autour de la poulie P, laquelle est reliée à une légère balance à ressort. Les rubans sont fixés par leurs extrémités inférieures sur un bloc K, et ils sont maintenus en position à leur partie supérieure par le pont L. En modifiant la tension sur le ressort tendant la boucle de bronze phosphoreux, la périodicité de l'instrument peut être variée à volonté. Chaque tirant de la boucle passe par une ouverture séparée (qui ne figure pas sur le schéma) dans le circuit magnétique. Les interstices entre les parois des ouvertures et du ruban mobile ne sont que de 38 millimètres. Ces ouvertures sont remplies au moyen d'une huile visqueuse, sur laquelle est placée une lentille maintenue en position entièrement par la tension superficielle de l'huile, et servant à son tour à maintenir l'huile en place. La fonction de l'huile consiste à amortir les mouvements des rubans. Un petit miroir marqué M est fixée à la boucle, comme on le voit. Le passage d'un courant au travers de l'une de ces boucles a pour effet de faire avancer l'un des tirants, tandis que l'autre recule, de sorte que le miroir tourne autour d'un axe vertical. Dans l'instrument du type à haute fréquence, la période naturelle de vibration de la boucle est de 1/10.000ᵉ de seconde, et, les interstices étant, comme nous l'avons dit, extrêmement faibles, l'effet amortissant de l'huile est si fort qu'on peut être certain que l'instrument donnera des résultats exacts, même lorsque la périodicité du courant à vérifier est supérieure à 300 périodes par seconde. De petits plombs fusibles placés sous les boucles protègent celles-ci en cas de courant excessif accidentel. Les fusibles sont constitués par des fils très minces, renfermés dans des tubes en verre maintenus en position au moyen de crampons à ressort.

Le rayon lumineux réfléchi par le miroir M est reçu sur un écran ou plaque photographique, la valeur instantanée du courant étant proportionnelle au déplacement linéaire de la tache de lumière ainsi formée. Avec des courants alternatifs, la tache de lumière oscille çà et là, suivant les variations de courant, et

[1] Voir A. Blondel : L'inscription directe des courants électriques variables, dans la *Revue* des 15 et 30 juillet 1901.

décrit donc une ligne continue. Par conséquent, pour obtenir une image de la forme de l'onde, il est nécessaire de traverser la plaque photographique ou la pellicule dans une direction à angles droits avec la direction du mouvement de la tache de lumière. On peut interposer un second miroir sur le passage du rayon lumineux, et faire vibrer ou tourner ce miroir de façon à communiquer au rayon lumineux un mouvement uniforme, proportionnel au temps, dans un plan à angles droits avec le plan de vibration du rayon dû au courant. La tache de lumière décrira alors, sur un écran fixe ou plaque, la courbe du temps de variation de la différence de potentiel ou du courant, suivant le cas.

Si les variations sont périodiques, comme dans les courants alternatifs, le second miroir peut être synchronisé et la tache de lumière tracera la forme de l'onde d'une façon continue.

La période de l'oscillographe Duddell est extrêmement faible, lorsqu'il n'est pas amorti $\left(\frac{1}{8.000} \text{ à } \frac{1}{10.000}\right.$ de seconde, dans le modèle à haute fréquence), et son emploi est absolument exempt de décalage, parce que sa self-induction et sa capacité sont pratiquement nuls. De plus, il est absolument exempt d'erreurs d'hystérésis. Sa déflexion est donc, à n'importe quel moment, exactement proportionnelle à la valeur instantanée du courant qui le traverse, même avec des fréquences de 300 périodes, ou plus, par seconde; de sorte qu'il constitue un ampère-mètre instantané exact, ou un voltmètre instantané. Sa résistance totale (avec fusible) n'est que de 5 à 10 ohms. Les graphiques sont constitués par des points lumineux suffisamment petits et intenses, soit pour la photographie, soit pour l'observation directe par l'œil. On peut obtenir simultanément deux formes d'ondes ou plus; par exemple, les formes d'ondes pour le courant dans un circuit donné, et pour la différence de potentiel entre deux points du circuit. On peut observer et enregistrer des variations de formes d'ondes au moment où celles-ci se produisent. Des variations irrégulières, non périodiques, de différence de potentiel ou de courant peuvent être aussi aisément notées, que le circuit soit à courant continu ou à courant alternatif.

Les usages pratiques des oscillographes sont très nombreux, attendu qu'ils enregistrent avec une très grande exactitude les variations de périodes de différences de potentiel et de courants. Ces instruments enregistrent, par exemple, les variations simultanées de différence de potentiel et de courant au moment de l'ouverture et de la fermeture d'un circuit induit, les courbes de charge et de décharge de condenseurs, les variations de différence de potentiel et de courant dans les bobines de l'armature d'une dynamo, ainsi que dans la primaire d'une bobine d'induction, etc. Ils enregistrent même les variations très rapides de différence de potentiel et de courant qui se produisent lorsque l'arc à courant continu siffle.

Pour ce qui concerne les courants alternatifs, on peut obtenir très vite, sans difficulté, et avec précision, les formes d'ondes et leur différence de phase; on peut se rendre immédiatement compte ainsi de la self-induction de bobines d'arrêt, de la capacité du condenseur, du facteur d'énergie, du rendement, etc., de transformateurs.

§ 4. — Chimie biologique

Modifications chimiques des sérums sanguins au cours du chauffage et de l'immunisation. — En présence des modifications diverses que subissent, sous l'influence du chauffage à des températures variables, les propriétés immunisantes d'un sérum, on devait être amené à rechercher quels sont les phénomènes physico-chimiques qui accompagnent ces changements dans l'action biologique. Du côté des modifications d'ordre physique, le résultat de ces recherches a été jusqu'à présent négatif. Ni la conductibilité électrique, ni le point de congélation du sérum ne sont modifiés par le chauffage (Dietrich, von Zeynek, E.-P. Pick)[1]. Mais des changements chimiques importants ont pu être saisis récemment, notamment par M. L. Moll[2].

Du sérum sanguin maintenu pendant 1 heure à 60° s'enrichit notablement en globuline, en même temps qu'il se forme un peu d'alcali-albumine. Par chauffage à 56° pendant une demi-heure, il ne se forme que de la globuline. De même, si de la sérum-albumine cristallisée, en solution à 1-3 °/₀, avec addition d'un égal volume d'une solution de carbonate de sodium à 0,0795 °/₀, est chauffée pendant 1 heure à 60°, on obtient, par demi-saturation avec du sulfate d'ammonium, un précipité qui présente tous les caractères de la sérum-globuline, que l'on peut dissocier comme celle-ci en une fraction d'euglobuline et une fraction de pseudo-globuline, tous produits contenant la même proportion de soufre que les globulines naturelles correspondantes. Cette transformation, qui n'a pas lieu à 37°, exige la présence d'alcalis; elle est donc fonction des ions hydroxyles. Elle est retardée par les sels neutres et surtout par les sels ammoniacaux.

Partant de ces faits, M. L. Moll s'est proposé d'étudier les variations des matières albuminoïdes au cours de l'immunisation. Déjà l'augmentation des globulines dans les sérums d'animaux immunisés contre certaines toxines (toxine diphtérique) a été signalée de divers côtés[3]. Il était donc intéressant de rechercher si c'est là une réaction générale des organismes vis-à-vis du procès immunisant, et, plus tard, quelle est la nature de cette relation. L'auteur a étudié d'abord les effets des injections sous-cutanées d'albumine, lesquelles provoquent, comme on le sait, la formation d'un sérum précipitant la matière albuminoïde injectée (réaction des précipitines). Dans ces conditions, on constate que, sitôt que la réaction des précipitines est établie, les globulines sont augmentées dans le sérum. D'autre part, diverses expériences conduisent l'auteur à admettre que, dans la réaction des précipitines, la majeure partie, sinon la totalité, de la substance du précipité provient du sérum. Or, les sérums dans lesquels on constate cette augmentation des globulines sont les seuls qui donnent la réaction des précipitines. Cette réaction paraît donc due à de nouvelles globulines, apparues dans le sang sous l'influence des injections. Ces globulines sont différentes des globulines naturelles du sérum, puisque le sérum naturel n'est pas précipitant, différentes aussi de celles que le chauffage fait apparaître, puisque du sérum chauffé ne donne pas la réaction des précipitines.

Il faut se contenter pour l'instant d'enregistrer ces constatations; elles représentent un premier résultat dans la recherche du mécanisme chimique de l'immunisation.

§ 5. — Physiologie

Le sucre dans l'alimentation. — Au moment où l'industrie sucrière traverse, particulièrement en France, une période si pénible, il est intéressant d'étudier quels sont les nouveaux débouchés que l'on peut tenter d'ouvrir à ce produit, et de montrer les nombreuses applications dont il est susceptible.

C'est ce que vient faire M. Grandeau[4] dans un remarquable article, très fortement documenté, des *Annales Agronomiques*[5]. Il examine d'abord le rôle du saccha-

[1] Voy. Baumgarten : *Berl. klin. Wochenschr.* 1902, n° 43.
[2] L. Moll : *Beitr. z. chem. Phys. u. Path.*, t. IV, p. 563 et 578.
[3] W. Seng : *Zeitschr. f. Hygiene*, t. XXXI, p. 513. — Atkinson : *Journ. of exp. Med.*, t. V. — Joachim : *Pflüger's Arch.*, t. XCIII. — E.-P. Pick : *Beitr. z. chem. Physiol. u. Path.*, t. I, p. 357; M. Jakoby : *Ibid.*, t. I, p. 59.
[4] Directeur de la Station Agronomique de l'Est, professeur au Conservatoire national des arts et métiers.
[5] *Ann. Agronom.*, 4me trimestre, 1903.

rose dans l'alimentation. On sait que Claude Bernard en a, le premier, signalé la non-assimilabilité directe : pour que l'économie animale puisse en tirer parti, il faut qu'il soit transformé, et c'est ce dont se charge une diastase, l'invertine, appelée par Cl. Bernard ferment inversif, et qui dédouble le saccharose en glucose et lévulose :

$$C^{12}H^{22}O^{11} + H^2O = C^6H^{12}O^6 + C^6H^{12}O^6$$
$$= \text{glucose} + \text{lévulose}$$
$$= \text{sucre interverti.}$$

Dès lors, ces éléments sont susceptibles d'être utilisés par le foie pour produire le glycogène. On sait que la fonction glycogénique du foie s'exerce aux dépens, non seulement des matières sucrées, mais aussi des matières amylacées et azotées; au moment de l'utilisation de ces substances de réserve, de nouvelles transformations donnent, en même temps que la production finale d'acide carbonique et d'eau, l'énergie et la chaleur nécessaires à la vie animale. Le sucre n'a donc pas, quant à la production de glycogène, une place prépondérante sur les autres matières alimentaires, mais il a d'autres avantages : il suffit, en effet, d'une légère modification pour l'amener à la forme utilisable et produire ainsi le maximum d'effet utile avec le minimum de dépense.

Si l'explication de ce phénomène est récente, les applications en sont bien anciennes, et tout le monde connaît le rôle que joue la canne à sucre dans l'alimentation des nègres, les dattes dans celle des Arabes, etc. De nombreuses expériences ont été tentées par des voyageurs, des ascensionnistes, qui ont tous constaté, d'une façon certaine, non seulement le rôle éminemment nutritif du sucre, mais encore l'abolition presque immédiate de la fatigue après absorption de cette substance. Dans ce sens, les conclusions du docteur Leitenstörfer sur l'alimentation de l'armée allemande ont eu un grand retentissement, et il semble que l'augmentation de la consommation du sucre par l'homme sous toutes les formes possibles (confitures, marmelades, mets sucrés, etc.) soit une des meilleures solutions à la question sucrière.

Il est, toutefois, un autre usage susceptible de prendre aussi un grand développement : c'est l'alimentation du bétail. Depuis un certain temps déjà, on emploie à cet effet la mélasse mélangée avec de la menue paille ou des balles de blé, nourriture qui convient surtout aux bœufs que l'on engraisse et aux vaches laitières; mais on aurait grand avantage à adopter la mesure déjà prise en Allemagne, mesure qui a pour effet la dénaturation de tous les sucres de qualité inférieure, qu'on pourrait ainsi faire entrer pour une bonne partie dans les rations d'alimentation. Il résulte, en effet, d'expériences tout à fait probantes que l'accroissement de travail obtenu dans ces conditions justifie d'une manière éclatante la théorie. Aussi ne devra-t-on pas oublier le rôle prépondérant que joue le sucre dans l'économie animale pour résoudre les graves questions mises au jour par la Convention de Bruxelles.

§ 6. — Sciences médicales

L'inoculation aux rats du microbe du cancer. — Des expériences très intéressantes[1] se poursuivent, en ce moment, à l'Asile Sainte-Anne, dans les sous-sols du Pavillon de Chirurgie, aménagés à cet effet. M. le Dr Dagonet, médecin des Asiles de la Seine, est en train d'y étudier l'évolution du cancer chez les animaux, sujets d'expériences, auxquels le microbe a été inoculé. Lorsqu'on juge par les symptômes pathologiques que la maladie a atteint un développement suffisant, l'animal est sacrifié et les tumeurs cancéreuses sont soumises à un examen histologique. Des essais ont été tentés sur divers animaux, mais ce sont les rats qui se prêtent le mieux à ces expériences; ils sont, en effet, naturellement sujets au cancer, tandis que les cobayes, par exemple, en paraissent totalement exempts. Les résultats de ces expériences ont été très intéressants. L'évolution de la maladie dure, en moyenne, trois mois, pendant lesquels l'animal est mis en observation : au bout de ce laps de temps, il présente, en général, de fortes tumeurs cancéreuses, qui ne laissent aucun doute sur leur nature à l'examen histologique. Quant au virus inoculé, il provient des malades sur lesquels est pratiquée l'ablation des tumeurs, dans le Pavillon de Chirurgie de Sainte-Anne, par M. le Dr Picqué, qui est le chirurgien en chef des Asiles de la Seine. Ces expériences ont pour but d'essayer de produire une sorte de vaccine ou de sérum qui serait, sans nul doute, le moyen thérapeutique idéal à opposer à l'infection cancéreuse. Des tentatives ont déjà été faites dans cette voie par Adamkiévicz, Wlaëff, Doyen et d'autres chercheurs, mais elles ne semblent pas avoir donné des résultats bien probants.

La contagion familiale de la lèpre. — M. le Dr A. Noël a étudié pendant douze ans la lèpre à la Guadeloupe et il vient de publier[1] le résultat de ses observations nombreuses. Il affirme la non-hérédité et il cite à l'appui de son opinion 15 cas où l'on ne trouve pas trace d'hérédité; bien plus, il fait observer que des enfants nés de père et mère lépreux, nourris du lait de leur mère, mais soustraits à son contact, ne sont pas et ne deviennent pas lépreux, car les enfants ne naissent pas infectés. Partageant l'opinion de M. le Dr Jeanselme[2], M. Noël accepte la contagion familiale; négligeant l'hérédité de graine, il croit seulement à une certaine hérédité de prédisposition. D'après ses études, la contagion se fait par voie cutanée; mais il faut tenir compte de la température, des mœurs locales, du plus ou moins d'hygiène et de la débilité des individus. Afin d'éviter la contagion de la mère à l'enfant pendant les six premiers mois de l'allaitement, M. Noël a appliqué avec succès, pour les enfants nés de parents lépreux, des mesures de prophylaxie très sévères et une propreté minutieuse avant, pendant et après les tétées; après ce temps, il les envoyait au loin et il a ainsi trouvé moyen de conserver indemnes une certaine quantité de petits enfants destinés à devenir lépreux. L'auteur croit encore qu'avec des mesures d'hygiène, on parviendra à restreindre de plus en plus les foyers de léprose et à en empêcher la contagion; de plus, il a constaté que le traitement qui réussissait le mieux était l'huile de chaulmoogra associée au sulfate de strychnine.

Une cause d'infériorité du soldat japonais. — M. le Dr Matignon, qui a été le médecin de la Légation de France à Pékin, d'où il a rapporté des notes très intéressantes et un livre précieux, et qui, par conséquent, a vu les soldats japonais de très près, fait remarquer[3] que ces petits troupiers, carrés et trapus, qui semblent faits pour la marche, péchent par les pieds. C'est que le Japonais, avant d'être soldat, a le pied absolument libre; à peine arrivé au régiment, son pied est enfermé dans une gaîne de cuir plus ou moins rigide, qui le gêne et le blesse. Dans la dernière campagne de Chine, en 1900, où les troupes japonaises ont eu peu à marcher, somme toute, cette défectuosité du pied chaussé à l'européenne n'a pas eu l'occasion de bien se manifester. Il n'en a pas été de même, en 1895, en Mandchourie. Les étapes furent pénibles, l'hiver très dur et le nombre des éclopés considérable, de sorte

[1] Voir *Gazette médicale de Paris*, 1904, p. 124.

[1] Dr A. Noël : Paris, Jouve, 1903, in-8°, 58 p.

[2] Jeanselme : *Etude sur la lèpre dans la péninsule Indo-Chinoise et dans le Yun-Nan* (Paris, 1900) et *Cours de Dermatologie exotique*, Paris, 1904.

[3] J.-J. Matignon : *Le Caducée*, 1904, n° 5.

que des officiers japonais purent, à la fin de cette guerre, proclamer que le soulier européen avait fait plus de mal à leurs hommes que les balles chinoises. Comme le fait remarquer avec juste raison M. le Dr Matignon, cette considération d'hygiène pèsera, sans doute, d'un très minime poids auprès des théoriciens de la stratégie : cependant, il ne faut pas oublier que Napoléon gagna des batailles avec les jambes de ses grognards et que, peut-être aujourd'hui encore, dans les plaines de la Mandchourie, la victoire sera à l'armée qui aura la meilleure marche.

§ 7. — Géographie et Colonisation

La Corée et ses habitants. — La Société de Géographie de Paris a entendu récemment une intéressante conférence de M. Louis Marin sur la Corée et ses habitants. Les événements qui se passent actuellement dans le « pays du matin calme » ont donné de l'actualité à cette question. Aussi, depuis quelques mois, les géographes et les économistes s'efforcent de nous donner sur cette péninsule, sur ses ressources et ses habitants, les notions les plus précises.

A la Société de Géographie, M. Louis Marin a rappelé que la Corée avait été successivement influencée par des aborigènes blancs, des invasions tartares et khounghouzes, des expéditions chinoises et japonaises. Beaucoup de ces éléments ont été retenus dans les montagnes et se sont mélangés. Aussi le peuple Coréen est-il, dans son physique comme dans ses mœurs, un type fort complexe. Il est différent de ses deux voisins jaunes, le Chinois et le Japonais. La taille est imposante, les yeux ne sont pas bridés, le front est saillant et découvert, les visages sont très barbus comme ceux des Aïnos, l'œil est fin et rêveur. La pauvreté persistante de ce peuple, comme le fait remarquer M. G. Ducrocq[1], est un indice de cette simplicité d'esprit qui lui fait dédaigner la vie moderne : il ne désire que la tranquillité!

Les femmes sont grandes et élancées; leur visage « a souvent une expression de gravité troublante, une sérieuse douceur qui contraste avec l'insouciance des hommes ».

Le Coréen est vêtu de blanc : veste, pantalon, souliers, bonnet, tout est blanc. Il sort paré d'une sorte de pardessus de toile flottante, « blanchi, empesé, lustré par les soins des épouses ». Le blanc semble la couleur qui convient le mieux à ce peuple enfant. Aussi, « Séoul est une grande blanchisserie où le tic-tac des battoirs ne s'arrête jamais ». Et, pendant que les femmes travaillent pour que leurs maris resplendissent, les Coréens pensent que la vie est bien faite. D'ailleurs, ils sont musards et les rues sont pleines de désœuvrés qui fument et bavardent. En somme, ils ont un tempérament plutôt artiste, et il est juste de reconnaître qu'ils sont des maîtres dans deux industries : l'ébénisterie et la parcheminerie.

« Ils s'entendent, dit M. Ducrocq, à construire une étagère ou un coffret, bien ajusté, en bois d'ébène ou de cerisier, à lui donner un vernis rouge, laqué, ou la patine d'un jus de tabac, à l'enjoliver de charnières, de verrous, de plaques de cuivre : l'idée de cacher le trou d'une serrure sous une tortue ou un papillon ciselé est de leur invention. Ils découpent dans les loupes des arbres de beaux panneaux de marqueterie. »

Mais la première industrie coréenne est certainement celle du papier. Les usages du papier y sont multiples : huilé, il a la solidité de la toile; mâché, il est dur comme pierre et sert à faire des cloisons, des parquets, des corbeilles et des seaux pour puiser l'eau. « Dès qu'une goutte tombe, le Coréen tire de sa poche un cornet de papier dont il se coiffe ». Le papier est encore employé dans les examens, et les compositions des candidats sont ensuite passées à l'huile et deviennent d'excellents manteaux contre la pluie. La Chine se fournit de papier en Corée : il en arrive à Chefou des bateaux pleins pour servir aux paperasseries des mandarins chinois.

Le peuple coréen aime la lecture des romans; aussi possède-t-il une riche littérature populaire.

En Corée, on vit surtout la nuit : c'est la nuit que se donnent les fêtes de danse et de chant; c'est la nuit qu'ont lieu les enterrements, avec deux corbillards, le premier « pour amuser le diable », le second contenant le mort plié en deux; c'est la nuit que la mariée est soumise à une torture symbolique : ses amies viennent lui épiler les tempes, lui tatouer le visage, lui farder les lèvres, lui peindre les cils et les coller, lui cacheter les narines et les oreilles. Livrée ainsi à son mari, il dépend alors de lui qu'elle voie, qu'elle entende et qu'elle respire.

Le Coréen est, en somme, très accueillant et très sympathique. Aussi bien la France a profité largement de cette sympathie, puisque la plupart des grandes administrations et des grandes affaires coréennes sont conseillées par nos compatriotes. L'Ecole française de Séoul est très fréquentée, et ils sont nombreux les Coréens qui parlent et écrivent notre langue, et nous gardent une humble amitié.

En résumé, il ressort de la conférence de M. Louis Marin et du livre de M. G. Ducrocq un sentiment de sympathie et de pitié pour ce gentil peuple, pauvre et rêveur, qui fait maintenant à ses dépens la triste expérience d'un de ses proverbes favoris : « Quand les baleines combattent, les crevettes ont le dos brisé ».

Le développement des Ports maritimes et les Zones franches. — Il y a déjà quelques mois que le Ministre du Commerce a déposé sur le bureau de la Chambre un projet de loi relatif à l'établissement de zones franches dans les ports maritimes. La zone franche est déclarée neutre au point de vue douanier, et l'on peut, par conséquent, y débarquer les marchandises, les emmagasiner, les visiter, les manipuler, les acheter, les vendre, enfin les réembarquer et les réexporter sans payer aucun droit de douane et sans procéder à aucune des formalités imposées par le contrôle fiscal de cette organisation. La zone franche est « un point commun où vient aboutir, par une sorte de fiction, le territoire prolongé de toutes les nations ». Il est évident que le but de cette création est d'arriver à augmenter le chiffre de notre commerce extérieur et l'effectif de notre marine marchande, en fournissant à cette dernière un fret plus abondant. Les lecteurs de la *Revue* savent combien cette tâche est urgente et nécessaire. Dès lors, ce qu'il importe de connaître, c'est la part d'influence que la zone franche exerce véritablement sur le développement des ports.

Constatons d'abord la prospérité et l'extension remarquables de Londres, Liverpool, Anvers, Rotterdam[1], qu'un régime douanier très libéral dispense d'avoir recours à cette institution. Les principaux ports francs sont Hambourg, Brême, Gênes, Copenhague, Trieste et Fiume. Choisissons le premier d'entre eux, celui qui témoigne du développement le plus rapide, et tâchons de délimiter aussi exactement qu'il est possible la part de prospérité qui provient du fait de sa franchise doua-

[1] G. Ducrocq : *Pauvre et douce Corée*, Champion, 1904.

[1] Statistique comparée des grands ports d'Europe, au point de vue du tonnage de jauge (en milliers de tonneaux) :

	1870	1880	1890	1899	AUGMENTATION.
Londres	4.089	5.970	7.708	9.437	130 %
Hambourg	1.389	2.766	5.202	7.765	445 —
Anvers	1.362	3.063	4.506	6.872	400 —
Rotterdam	1.026	1.681	2.918	6.323	526 —
Liverpool	3.416	4.913	5.782	6.152	80 —
Marseille	1.954	2.769	3.458	4.699	121 —
Brême	660	1.169	1.733	2.406	264 —
Le Havre	1.206	1.969	2.159	2.175	80 —
Amsterdam	405	1.076	1.484	1.812	400 —

nière[1]. La première cause de la situation exceptionnelle de Hambourg provient du développement économique général de l'Empire, et la preuve en résulte du simple examen du trafic du port, trafic maritime et trafic intérieur. La seconde grande cause se trouve dans le riche secteur industriel desservi par l'Elbe. Grâce à ce fleuve, la Bohême, la Saxe royale et la Saxe prussienne, la Thuringe, le Brandebourg font passer par Hambourg la presque totalité de leurs importations et de leurs exportations. Si l'on ajoute à cela les faveurs de transport que le Gouvernement accorde aux produits destinés à l'Etranger, ainsi qu'aux marchandises qui transitent sur l'Elbe à destination de l'Autriche, l'excellente administration du port due à l'autonomie presque complète de son gouvernement local, la prospérité de Hambourg s'explique naturellement. La zone franche en est bien un des facteurs, mais son rôle n'a jamais été qu'accessoire et elle a bénéficié elle-même des causes précitées. Dans quelle mesure a-t-elle agi? A quoi son rôle s'est-il borné? Les facilités d'importation et de réexportation ont augmenté le nombre des voyages des navires; ceux-ci peuvent débarquer immédiatement et sans formalités toute leur marchandise et reprendre la mer très rapidement. Les avantages commerciaux sont plus directs encore que ceux offerts à la navigation maritime. Nous les avons énumérés en définissant la zone franche; la marchandise peut ainsi attendre le moment favorable de la vente, soit pour l'intérieur, soit pour l'étranger. Les statistiques hambourgeoises d'entrée et de sortie font ressortir les commodités de transaction dues à la franchise douanière et l'importance que le port a prise, de ce fait, comme marché de produits coloniaux. La zone franche de Hambourg jouit encore du privilège de se livrer à la production industrielle. Les avantages qui en résultent ne sont point considérables. Pour pénétrer sur le territoire national, les produits fabriqués dans la zone acquittent, en général, des droits plus élevés que les matières premières dont ils dérivent; il faut donc les vendre à l'Etranger, et il est certain qu'une industrie qui ne travaille que pour l'exportation court de grands risques. D'autre part, en ce qui concerne la concurrence que ces produits de la zone peuvent faire aux produits nationaux sur les marchés étrangers, le bénéfice du droit d'entrée sur la matière première est compensé par le prix plus élevé du terrain et par l'élévation de main d'œuvre résultant du fait que la journée de travail comprend l'aller et le retour des ouvriers, habitant en dehors de la zone. Ces réflexions suffisent pour justifier la création, dans quelques-uns de nos ports, d'organisations semblables; elles montrent également — et nous aurions abouti aux mêmes conclusions en étudiant Gênes ou Copenhague — que la zone franche stimule la prospérité, mais sans la créer.

P. Clerget,
Professeur à l'Ecole de Commerce du Locle.

§ 8. — Enseignement

L'Ecole Centrale et l'Enseignement supérieur des Sciences. — A la suite de la publication de l'article de M. P. Appell[2] sur l'Enseignement supérieur des Sciences, nous avons reçu de M. H. Monnory, directeur des Etudes à l'Ecole Centrale, les quelques réflexions qui suivent :

« Les considérations exposées par M. Appell soulèvent tant de questions vitales pour les Universités, aussi bien que pour les Ecoles techniques, que ce n'est pas en quelques lignes qu'elles peuvent être discutées dans leur ensemble. Je me bornerai à essayer de mettre au point ce qui intéresse l'enseignement de l'Ecole Centrale.

« L'enseignement scientifique général donné à l'Ecole Centrale ne paraît comparable que dans une certaine mesure à celui des Facultés. Il n'a pas précisément pour objet, comme ce dernier, de faire connaître la Science pour elle-même, mais surtout de mettre les élèves à même de suivre l'enseignement technique supérieur de l'Ecole, et plus tard la carrière industrielle, avec l'esprit scientifique et un bagage suffisant de connaissances générales. Le temps relativement court dont on dispose et le but spécial que l'on poursuit conduisent à donner aux élèves de l'Ecole Centrale un enseignement scientifique général qui leur soit particulièrement approprié. C'est ce qui est réalisé aujourd'hui grâce aux savants éminents, professeurs pour la plupart à l'Université de Paris, qui ont bien voulu se charger des cours scientifiques généraux. La nécessité d'une adaptation spéciale, aux futurs ingénieurs, de l'enseignement supérieur des Sciences a été déjà mise en lumière dans la lettre de M. Colson[1]; elle semble reconnue, d'ailleurs, par M. Appell lui-même. N'est-il pas alors bien difficile de discerner l'avantage que les élèves pourraient recueillir en suivant, à la Faculté des Sciences, plutôt qu'à l'Ecole Centrale, les mêmes leçons, données par les mêmes professeurs?

« D'autre part, la première année d'études à l'Ecole Centrale n'est consacrée qu'en partie à l'enseignement scientifique général; *c'est aussi une année d'enseignement technique élémentaire.* Les élèves de première année étudient les éléments d'Architecture, de Machines, la Géométrie descriptive appliquée. Ils consacrent *presque la moitié du temps passé à l'Ecole* à l'étude pratique du dessin sous toutes ses formes : dessin architectural; dessin de machines; épures de cinématique, de stéréotomie, de charpente; croquis d'atelier, etc. M. Appell propose que cette première année d'études soit faite dans les Facultés des Sciences; mais l'enseignement technique élémentaire que les élèves de première année suivent à l'Ecole Centrale n'a aucun rapport avec l'enseignement donné dans les Facultés. Dira-t-on qu'il suffit de le supprimer et de consacrer uniquement, à l'enseignement scientifique général, la première année d'études des futurs ingénieurs des Arts et Manufactures? Ce serait la désorganisation complète de l'ensemble de l'enseignement technique qu'ils reçoivent à l'Ecole Centrale.

« L'examen des conséquences qui ne pourraient pas manquer d'en résulter, comme la disparition de l'Ecole Centrale, conduirait à une discussion sur l'enseignement technique proprement dit. Cette discussion semble sortir du cadre de la conférence du savant Doyen de la Faculté des Sciences. »

Henri Monnory,
Directeur des Etudes à l'Ecole Centrale.

La réorganisation de l'Ecole Normale Supérieure. — Le Ministre de l'Instruction publique vient de nommer une Commission qui devra s'occuper de la réorganisation de l'Ecole Normale Supérieure, et particulièrement de régler les conditions d'entrée à cette Ecole.

Cette Commission, présidée par M. Liard, vice-recteur de l'Académie de Paris, est composée de MM. Bloch, Gabriel Monod, Tannery, Frédéric Houssay, Lavisse, Bayet, Appell et Croizet.

[1] Cf. René Dollot : Le Port franc de Hambourg, in *Revue politique et parlementaire*, 10 décembre 1903.
[2] *Revue générale des Sciences*, 30 mars 1904, t. XV, p. 287.

[1] *Ibid.*, t. XV, p. 299.

LES EXERCICES PRATIQUES DE MATHÉMATIQUES DANS L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE

CONFÉRENCE FAITE LE 3 MARS 1904 AU MUSÉE PÉDAGOGIQUE[1]

Messieurs et chers collègues,

C'est un exorde bien banal pour une conférence — puisqu'on a donné ce titre à nos modestes causeries — que de dire : Aucune compétence particulière ne me désignait pour traiter ce sujet; beaucoup d'autres auraient été mieux qualifiés que moi pour le faire. Pourquoi donc vous en êtes-vous chargé? telle est l'objection bien naturelle qui surgit chez l'auditeur. Je crois qu'il y a quelque intérêt à répondre à cette objection, non que j'aie le mauvais goût de vouloir vous entretenir de questions personnelles, mais parce que les raisons pour lesquelles il m'a semblé que le personnel enseignant de l'École Normale ne pouvait pas rester à l'écart de ces conférences et de ces discussions me paraissent être d'un intérêt général et toucher à des questions actuelles et vitales.

Le trait essentiel de la nouvelle organisation de l'École Normale et de l'agrégation est l'institution du stage scolaire. Dans des conditions dont le détail n'est pas encore réglé, nos élèves, sans interrompre complètement leurs études à l'École, seront mis, pendant quelques mois, sous la direction de maîtres éprouvés de l'enseignement secondaire[2].

Nous allons donc, Messieurs, dans un avenir prochain, collaborer à la formation des nouveaux agrégés; n'est-il pas nécessaire que nous nous retrouvions de temps en temps pour causer de cette collaboration; n'est-ce pas à cette condition seulement que l'organisation nouvelle pourra produire tous les bons résultats qu'on est en droit d'en attendre?

Voilà pourquoi je n'ai pas cru pouvoir répondre par un refus à l'invitation qui m'était adressée par le directeur du Musée pédagogique; on ne saurait trop multiplier les occasions de montrer quel intérêt on porte, à l'École Normale, à toutes les questions d'enseignement.

Cet intérêt a été contesté; on a même prétendu, dans certains journaux, que la réforme récente avait pour but de *rendre* pédagogique une École qui avait cessé de l'être. Ce n'est pas devant vous qu'il est nécessaire de faire justice de ces accusations; je voudrais cependant, puisqu'aussi bien la réforme de l'École est assez étroitement liée avec l'institution même de ces conférences pour qu'il ne soit pas déplacé d'en parler ici, en dire quelques mots. Je suis très heureux, en effet, d'avoir une occasion de chercher à dissiper quelques inquiétudes qui, je le sais, existent au sujet de cette réforme chez certains d'entre vous.

Bien entendu, je ne parlerai ici que de la Section des Sciences; c'est à elle seule que se rapporte tout ce que je vais dire. Je penserai même plus spécialement aux Mathématiques, comme il est naturel. A quoi donc se réduisent, pour nous, les réformes dont on a fait tant de bruit, au point que certains ont feint d'y voir la disparition de l'École?

Je n'ai pas à parler des modifications administratives dans la situation du personnel enseignant : que M. X... ait le titre *de maître de conférences à l'École Normale Supérieure* ou de *chargé de cours à l'Université de Paris, délégué à l'École Normale Supérieure de l'Université de Paris*, je pense que son enseignement et ses rapports avec ses élèves n'en seront nullement modifiés.

Quels sont donc les autres changements? Pour ma part j'en vois deux, pas davantage, d'ailleurs liés l'un à l'autre : l'augmentation du nombre des élèves et l'externat prévu pour certains d'entre eux.

Le nombre des élèves que l'on recevra cette année à l'École n'est pas encore fixé; d'après les termes du décret, on peut penser qu'il pourrait être voisin de 25; nous avons connu, il n'y a pas très longtemps, des promotions de 20 élèves (la Section des Lettres a eu des promotions de 25 élèves);

[1] Cette conférence faisait partie d'une série de conférences, suivies de discussions, sur *l'enseignement des Sciences mathématiques et des Sciences physiques*, organisées par M. Ch. V. Langlois, directeur du Musée pédagogique, sous le patronage de M. le Vice-Recteur de l'Académie de Paris. La discussion de cette conférence a eu lieu le 24 mars, sous la présidence de M. Jules Tannery; dans cette discussion, certains professeurs de l'enseignement secondaire, tout en approuvant les réformes suggérées dans la conférence, ont exprimé la crainte que leur réalisation ne rencontrât des difficultés de la part de l'Administration, ou ne parût pas suffisamment conforme à la lettre des programmes. M. Jules Tannery a alors fait observer que, comme il avait été souvent répété dans les précédentes discussions, la lettre des programmes ne devait pas être regardée comme rigoureusement imposée à tous les professeurs, et que ceux-ci pouvaient librement les interpréter et notamment modifier l'ordre des matières. Ceci est, par exemple, nécessaire, comme l'a fait remarquer M. André Durand, si l'on veut faire faire aux élèves les constructions du premier Livre de la Géométrie avant d'avoir terminé le second.

[2] Rapport du Ministre de l'Instruction publique au Président de la République, *Journal officiel* du 10 novembre 1903.

l'augmentation ne paraît pas de nature à modifier le caractère d'intimité qui est un des plus grands charmes de l'École[1]. On pourrait craindre que l'institution des externes, en créant deux catégories d'élèves, ne détruise l'homogénéité des promotions; c'est là une question qui a attiré très sérieusement l'attention de l'Administration, et le règlement du régime intérieur (non encore élaboré), relatif aux externes et aux internes, sera certainement conçu de manière à mélanger le plus possible tous les élèves, afin qu'ils ne cessent pas de constituer un ensemble homogène. D'autre part, on peut remarquer, comme l'a fait M. Lanson[2], qu'en réalité, même dans une promotion de 20 élèves, il se constitue plusieurs petits groupes de camarades plus intimement liés entre eux; ces groupes seront un peu plus nombreux dans le nouveau régime, voilà tout.

L'enseignement de l'École sera-t-il modifié? Depuis très longtemps, nos élèves suivent de nombreux cours à la Sorbonne; ils continueront. Quant aux conférences, elles seront toujours dominées par le double souci de la science et de l'enseignement, que l'on ne sépare pas à l'École; on s'y propose comme idéal de former des savants qui sachent enseigner, et aussi des professeurs qui soient des hommes de science, c'est-à-dire qui connaissent les méthodes de la science.

Il n'a jamais été question de créer à l'École des emplois de professeur de Pédagogie; mais la pédagogie pratique, la seule qui vaille quelque chose, continuera à être mêlée à l'enseignement de tous les professeurs. Souvent, au milieu d'un cours d'ordre élevé, on trouve à placer une remarque relative à l'enseignement élémentaire et, inversement parfois, dans la critique d'une leçon d'agrégation, on a l'occasion d'ouvrir des horizons sur des parties très éloignées de la science.

La seule éducation pédagogique qui ne pouvait pas être donnée à l'École, pour des raisons évidentes, c'est ce que l'on peut appeler l'éducation *expérimentale*, c'est-à-dire en présence de *vrais* élèves, d'une *vraie* classe. Qu'une telle éducation soit *indispensable* pour former de bons professeurs, c'est ce qu'il paraît difficile de soutenir ici, car, sans aller bien loin, nous trouverions d'excellents professeurs à qui elle a fait défaut. Mais que cette éducation puisse être utile pour fournir le nombre maximum de meilleurs professeurs, c'est ce qu'il paraît impossible de nier, à moins d'admettre que l'expérience acquise n'est en aucune manière transmissible, ce qui serait la négation de presque tout enseignement.

[1] Le chiffre des élèves à admettre pour la Section des Sciences vient d'être fixé à 20 pour 1904.

[2] *Revue de Paris*, décembre 1903.

C'est dans l'institution de cette éducation pédagogique pratique que réside la vraie réforme de l'École; les conférences et discussions du Musée pédagogique peuvent être une excellente préparation à cette tâche nouvelle que nous allons avoir à accomplir ensemble; voilà pourquoi j'ai beaucoup tenu à y participer, malgré une hésitation bien naturelle à traiter des questions d'enseignement secondaire sans autre expérience personnelle de cet enseignement que celle qui peut résulter des examens auxquels j'ai pris part. A la réflexion, d'ailleurs, cette hésitation ne m'a pas paru justifiée; la conférence devant être suivie d'une discussion, les exagérations révolutionnaires auxquelles pourrait me conduire le manque d'expérience ne peuvent pas avoir d'inconvénient; vous saurez, quand il sera nécessaire, me ramener au contact des réalités.

J'entre maintenant dans mon sujet, que nous diviserons, si vous le voulez bien, en deux parties, pour la clarté de la discussion. Nous parlerons d'abord de ce que l'on peut tenter de faire sans rien changer aux programmes ni à l'organisation de l'enseignement, de ce que l'on peut faire *dès demain*; nous rechercherons ensuite ce qui pourrait se faire si, au lieu de nous trouver en face de programmes, d'examens, de concours, de budgets déterminés, nous nous trouvions devant une table rase. Il est clair que cette seconde partie devra être surtout regardée comme l'occasion d'échanges de vues et ne pourra guère avoir de sanctions pratiques immédiates.

I

Les exercices pratiques de Mathématiques dans l'enseignement secondaire, tel qu'il est actuellement organisé, consistent à peu près exclusivement : 1° en calculs numériques; 2° en dessin géométrique (dit aussi dessin graphique).

Les calculs numériques sont fort peu estimés, en général, des élèves de l'enseignement secondaire; ils sont regardés par presque tous comme une corvée aussi ennuyeuse qu'inutile. Un élève dira très couramment : « J'ai très bien réussi mon problème; mon raisonnement est juste; je me suis simplement trompé dans le calcul, à la fin; mais c'est une simple erreur de virgule; j'ai trouvé 34 fr. 50 au lieu de 345 francs. En somme, je suis très satisfait! » On étonnerait beaucoup cet élève en lui demandant s'il serait aussi satisfait si ses parents, après lui avoir promis 345 francs pour s'acheter une bicyclette neuve, lui donnaient seulement 34 fr. 50. Il n'a, en effet, nullement l'idée que l'on puisse songer à établir un rapport quelconque entre les nombres qu'il manie dans ses problèmes et des

francs réels, servant vraiment à acheter des choses. Les nombres des problèmes ne sont pas *pour de bon;* une erreur de virgule n'y a pas d'importance.

C'est enfoncer une porte ouverte que d'insister sur les inconvénients et les dangers de cet état d'esprit. Mais, s'il est aussi répandu chez les élèves, l'éducation qu'ils reçoivent n'y est-elle pas pour une part? et ne serait-il pas facile aux professeurs de le modifier, sans beaucoup de peines ni d'efforts, simplement en portant sur ce point toute l'attention qu'il mérite. Il ne s'agit pas là de réformes ni de changements profonds, mais simplement d'un ensemble de petits détails, sur lesquel je vous demande la permission de m'étendre un peu.

Tout d'abord, il paraît nécessaire que, dans la correction des devoirs et des compositions, il soit tenu le plus grand compte des erreurs de calcul dans les applications numériques, même si le raisonnement est juste et l'élève intelligent. Sans doute, il peut être pénible de classer assez loin, pour une faute de calcul, un élève qu'on regarde comme l'un des plus intelligents de la classe; mais on ne doit pas hésiter à le faire, dans l'intérêt de cet élève même et aussi dans l'intérêt général de la classe. On peut même, sans paradoxe, soutenir que, plus un élève est capable de raisonner juste, plus une faute de calcul doit être regardée comme grave dans son devoir; car la confiance même qu'il a légitimement dans l'exactitude de ses raisonnements entraînera des inconvénients pratiquement plus graves que si, se méfiant de lui-même, il n'utilisait son résultat pour un but *réel* qu'après l'avoir vérifié par une autre méthode ou recouru aux lumières d'un conseiller plus habile.

Dans le même ordre d'idées, tant que le Concours général subsistera et aura, par suite, une influence sur le travail de certains élèves et aussi sur l'enseignement de certains professeurs, il sera utile d'y faire jouer un rôle au calcul numérique. Non pas, bien entendu, en instituant pour le calcul un concours séparé, pour lequel certains élèves se prépareraient spécialement; mais en mêlant les applications numériques aux problèmes de Mathématiques et de Physique et en tenant grand compte de la manière dont elles sont traitées. J'en dirai autant pour les examens divers, et en particulier pour les baccalauréats.

Si j'ai mentionné en premier lieu ces moyens, en quelque sorte extérieurs, de donner plus d'importance aux applications pratiques dans l'esprit des élèves, c'est d'abord parce qu'ils sont les plus faciles à employer et aussi parce que l'ascendant du professeur est assez grand sur la plupart des élèves pour que ceux-ci ne puissent attacher une valeur réelle à des exercices pour lesquels leur professeur paraît avoir quelque mépris. Mais je n'oublie pas que le but final de tout enseignement est de former des hommes libres, capables de juger par eux-mêmes, sans se fier à la parole du maître; nous devons donc intéresser les élèves aux calculs numériques et leur en montrer l'importance par des arguments qu'ils soient capables d'apprécier. Ces arguments seront, cela va sans dire, presque toujours sous-entendus; ils ressortiront de l'enseignement sans qu'il soit le plus souvent nécessaire de les formuler explicitement.

Il est inutile d'insister sur l'importance qu'a le choix des énoncés; le temps n'est plus où l'on donnait des problèmes numériques avec des données tout à fait au hasard, sans s'inquiéter aucunement de la réalité. On a toujours soin, lorque les données sont concrètes, de les choisir, sinon toujours réelles, du moins *possibles*. D'ailleurs, les problèmes dans lesquels les données sont des nombres concrets deviennent de plus en plus nombreux; il est à souhaiter qu'ils le deviennent encore davantage, car une erreur sur un nombre abstrait apparaîtra toujours comme moins importante qu'une erreur sur une grandeur concrète, erreur que l'on peut faire tomber sous le sens. A ce point de vue, il est très utile d'établir le plus de points de contact possible entre les calculs numériques et les autres exercices pratiques de Mathématiques; nous reviendrons sur cette question tout à l'heure, à propos des diverses formes d'exercices pratiques; il semble que ce soit là l'un des meilleurs moyens d'intéresser les élèves au calcul numérique, en leur faisant, pour ainsi dire, toucher du doigt les résultats. De même, les calculs numériques sont évidemment le complément nécessaire de nombreuses expériences de Physique et même de certaines expériences de Chimie.

Mais les calculs les plus susceptibles d'intéresser les élèves sont peut-être ceux qui se rapportent à des faits concrets qui leur sont familiers dans la vie journalière; si l'on demande au possesseur d'une bicyclette combien il lui faut de coups de pédale pour franchir un kilomètre, il y a peu de chances pour qu'il fasse une erreur dans la place de la virgule; un peu de réflexion l'en préservera. Il est bon d'ailleurs, dans tous les cas où cela est possible, d'habituer l'élève à trouver, par une vision directe des choses et un calcul mental rapide, une valeur très grossièrement approchée de la solution. Dès lors, ayant une idée de ce que l'on appelle parfois l'ordre de grandeur du résultat, il ne sera pas exposé à une erreur de décimales dans le calcul définitif[1].

[1] A ce sujet, M. Jules Tannery me raconte que Bertin prétendait ne se préoccuper jamais des règles pour placer la

Pour ce calcul définitif lui-même, il ne paraît pas nécessaire d'exiger une trop grande précision; il peut même y avoir à cela de grands inconvénients. D'abord la longueur des calculs rebute vite les commençants; il vaut mieux exiger des calculs plus nombreux et, dans chacun d'eux, moins de décimales. De plus, dans beaucoup de questions, il est tout à fait absurde de calculer trop de décimales, à cause de l'imprécision nécessaire des données et aussi de la nature du résultat. Les élèves comprendront vite ces remarques, si on les leur fait sur des exemples concrets immédiatement accessibles; c'est par des expériences répétées qu'ils se rendront le mieux compte du nombre de décimales à conserver dans chaque calcul.

Il serait, en effet, tout à fait hors de propos d'exposer à de jeunes élèves une théorie complète et systématique des erreurs. Quand on y regarde de près, on constate qu'une théorie rigoureuse des erreurs doit être fondée sur le théorème dit des accroissements finis, qu'on le mette en évidence ou qu'on le dissimule; de sorte qu'il faudrait commencer par exposer ce théorème avant de faire faire aucun calcul approché, si l'on voulait être absolument logique. C'est un exemple, entre beaucoup, des conséquences absurdes auxquelles conduit le désir d'une logique trop absolue.

On doit donc initier peu à peu les élèves aux procédés les plus simples de calcul approché, mais d'une manière purement expérimentale; on leur fera calculer, par exemple, le développement de leur bicyclette en prenant successivement $\pi = \frac{22}{7}$, $\pi = 3{,}14$, $\pi = 3{,}141$, $\pi = 3{,}1416$, $\pi = 3{,}14159$, $\pi = 3{,}141592$, et on leur fera comparer les divers résultats obtenus avec celui que donne une mesure directe; on leur fera, de même, rechercher expérimentalement l'erreur introduite dans le résultat par une erreur de mesure de un centimètre dans le diamètre de la roue, par une erreur de un millimètre, etc. Les conclusions s'imposeront d'elles-mêmes.

De plus, il ne paraît y avoir que des avantages à simplifier le plus possible la tâche matérielle de l'élève dans les calculs, par l'emploi de moyens auxiliaires. On l'engagera le plus tôt possible à utiliser les ressources des logarithmes; on pourra aussi lui apprendre l'usage de la règle à calcul et même, si on peut lui en procurer de pratiques, l'autoriser à se servir de tables de racines carrées et de racines cubiques, de tables de sinus naturels, etc. Il existe, en Allemagne, des recueils de tables numériques variées et simples, à l'usage des élèves de l'enseignement secondaire. Je ne discuterai pas les avantages relatifs de ces divers procédés; par exemple, on peut préférer l'emploi des logarithmes à quatre décimales à l'emploi de la règle à calcul, ou inversement; l'essentiel est que la tâche du calculateur soit simplifiée le plus possible, afin qu'arrivant sans beaucoup de peine au résultat, le plaisir d'être arrivé ne soit pas gâté par les ennuis d'une trop longue route.

Je bornerai là les remarques générales que je voulais vous soumettre sur les calculs numériques; malgré leur simplicité et parfois leur évidence, j'y ai insisté, car c'est là l'exercice pratique mathématique essentiel; nous le retrouverons, d'ailleurs, mêlé à tous les autres.

A regarder les apparences, le dessin géométrique occupe une place assez importante dans notre enseignement secondaire. Il figure, avec des coefficients très honorables, aux programmes de presque toutes les écoles; il est enseigné dans de nombreuses classes, et des prix spéciaux lui sont réservés. Alors qu'il dépend du professeur de négliger presque absolument les calculs numériques s'il le juge convenable, nous nous trouvons ici en présence d'exercices pratiques ayant une organisation propre, avec un nombre d'heures bien déterminé par les programmes. Pour ne citer qu'un exemple, en seconde C, nous voyons figurer deux heures de dessin graphique à côté de trois heures de français et de deux heures de langues vivantes; il semble difficile de se plaindre et de réclamer qu'on augmente encore l'importance relative de cet enseignement. Aussi n'est-ce pas une augmentation du nombre d'heures, mais une meilleure utilisation de ces heures, qui paraît désirable.

Un premier défaut, je dirai même un vice capital de l'organisation actuelle, c'est la séparation souvent absolue entre l'enseignement du dessin géométrique et l'enseignement de la Géométrie. Cette séparation est, d'ailleurs, d'autant plus grande, en général, que l'établissement d'instruction est plus important; à ce point de vue, les grands lycées de Paris sont très inférieurs à la plupart des modestes collèges, où l'on est souvent obligé de confier au professeur de Mathématiques l'enseignement du dessin géométrique. Il y a ainsi tout au moins *union personnelle* entre ces deux royaumes; mais, si cette union personnelle est préférable à la séparation complète, elle est cependant insuffisante quand elle n'est pas en même temps *union réelle*. L'enseignement de la Géométrie et celui du dessin géométrique ne doivent pas constituer deux ensei-

virgule; il la mettait à l'œil d'après la signification du résultat. Il ne semble pas que la règle de Bertin puisse être recommandée sans danger à tout le monde; elle conduirait peut-être cependant, dans l'ensemble, à moins d'erreurs. Mais ce qu'il faut faire, c'est l'employer concurremment avec les règles ordinaires.

gnements distincts, pas plus que le cours de Physique et les manipulations.

Si je me permets d'insister sur les inconvénients du système actuel, c'est que j'ai eu l'occasion de voir de près, tout récemment, les conséquences absurdes auxquelles il conduit. Je pourrais citer une classe de Mathématiques élémentaires où les élèves ont dû faire, pour leur professeur de dessin géométrique, des constructions de coniques, de tangentes aux coniques, etc., plusieurs mois avant que l'on ait pu parler des coniques dans le cours de Géométrie ; ces constructions étaient faites d'après les explications données par le professeur de dessin, explications purement graphiques, sans aucune justification théorique. On voudrait croire que cet exemple est isolé ; mais il est une trop naturelle conséquence de l'organisation actuelle pour qu'on puisse l'espérer.

Faut-il bouleverser complètement cette organisation? Ce n'est, sans doute, pas possible; ajoutons que cela ne paraît pas désirable. Tous les professeurs de Mathématiques n'ont pas le goût, ni même peut-être la compétence, d'enseigner ce qu'on peut appeler la partie technique du dessin géométrique ; il n'y a pas d'inconvénients, surtout dans les classes élevées, à confier cet enseignement, soit à un spécialiste, soit à celui des professeurs de Mathématiques du lycée qui s'y intéresse le plus. Seulement on devrait admettre, comme un principe essentiel, que la haute direction de cet enseignement appartient, pour chaque classe, au professeur qui enseigne la Géométrie dans cette classe; de même que, dans tout enseignement de Physique ou de Chimie où le professeur ne dirige pas lui-même les manipulations, c'est d'après ses instructions qu'on doit les organiser ; il paraîtrait absurde de les confier à un préparateur qui ferait faire des expériences d'électricité pendant que les élèves suivraient un cours d'optique. C'est cependant ce qui se fait en Géométrie.

Une question liée à la précédente est celle de la sanction à donner aux exercices pratiques. Dans le système actuel, ils sont jugés presque exclusivement au point de vue de la pureté et de la régularité du trait ; comme conséquence assez naturelle, il y a un prix spécial de dessin graphique, tout à fait indépendant du prix de Géométrie. Pour des raisons déjà dites à propos des calculs numériques, ce système n'est pas bon; on aperçoit, d'ailleurs, plusieurs moyens de le modifier ; indiquons-en quelques-uns, sans avoir la prétention de soumettre tous les élèves, quel que soit leur âge et le but qu'ils poursuivent, à un régime uniforme.

On peut cependant énoncer un principe général, sur lequel, je pense, nous tomberons d'accord : on doit tenir très grand compte, dans l'appréciation du dessin géométrique, de ce que l'on peut appeler son exécution technique ; il y aurait, à négliger ce point, de graves inconvénients, sur lesquels il est inutile d'insister. Mais cette exécution technique comporte deux qualités ; d'une part, l'aspect extérieur du dessin, pour celui qui y voit simplement des lignes qui s'entrecroisent ; d'autre part, l'exactitude et la précision des constructions. Ces deux qualités sont, d'ailleurs, très étroitement liées l'une à l'autre; c'est par le soin apporté au tracé des lignes qu'on arrive à la précision, et, inversement, si le dessin n'est pas précis, si trois lignes qui devraient concourir ne concourent pas exactement, son aspect extérieur en souffre. Certains correcteurs paraissent avoir une tendance regrettable à ne pas tenir compte du défaut de précision, lorsque l'aspect extérieur n'en souffre pas ; il semble qu'il y ait là une interversion fâcheuse ; les soins matériels d'exécution n'ont pas d'intérêt en eux-mêmes ; ils ne sont pas une fin en soi; s'ils sont indispensables, c'est uniquement parce qu'ils sont la condition nécessaire de la précision des constructions ; c'est à cette précision que l'on doit tenir par dessus tout.

Ce point acquis, on peut concevoir, comme je l'ai dit tout à l'heure, bien des moyens de mêler plus intimement, dans les compositions et l'obtention des prix, le dessin géométrique à la Géométrie. On pourrait incorporer dans chaque composition de géométrie une construction graphique à exécuter avec soin, et tenir sérieusement compte de cette partie de la composition dans son appréciation totale. On pourrait aussi noter chaque dessin géométrique à un triple point de vue : aspect extérieur, précision et exactitude des constructions employées, ces notes étant combinées suivant une loi à déterminer. Mais je n'insiste pas sur ces détails d'exécution, ne tenant nullement aux solutions particulières que j'indique, pourvu que la barrière qui sépare le dessin géométrique de la Géométrie disparaisse le plus vite possible.

C'est surtout dans l'enseignement des éléments de la Géométrie que le dessin peut rendre de grands services. On devine sans peine que je ne demande pas qu'on ajoute quelques heures de dessin graphique aux programmes des classes de la sixième à la troisième. Mais, dans les heures consacrées à la Géométrie, on peut apprendre aux élèves à se servir d'un compas, d'une équerre, d'un tire-ligne, et, comme devoirs de Mathématiques, leur donner de temps en temps des dessins géométriques, de même que, comme devoirs de Géographie, on leur donne des cartes. Les exercices pratiques pourraient être très utilement mêlés de calculs numériques; le théorème de Pythagore, les polygones réguliers, etc., fournissent de nombreux exemples

dans lesquels on peut exiger de l'élève la construction géométrique d'une longueur, en même temps que son calcul numérique, les deux procédés se vérifiant l'un par l'autre. Les théorèmes sur les aires et les volumes seront, cela va sans dire, l'occasion d'une revision du système métrique. De même que pour le calcul numérique, on utilisera les moyens auxiliaires, tels que l'emploi du papier quadrillé, de nature à simplifier la tâche de l'élève.

Plus tard, quand il saura résoudre des triangles, il prendra l'habitude d'accompagner chaque résolution de triangles d'une construction graphique qui lui permettra de contrôler approximativement le résultat de ses calculs et d'éviter, par suite, certaines erreurs absolument grossières, qui ne sont malheureusement pas rares.

Cet emploi systématique de constructions graphiques dans l'enseignement de la Géométrie élémentaire aurait, d'ailleurs, bien d'autres avantages; il permettrait de transformer, en la simplifiant beaucoup, l'exposition des éléments de la Géométrie. Par exemple, la plupart des élèves comprennent très difficilement ce que signifient au juste les théorèmes sur les cas d'égalité des triangles. On leur dit que, pour que deux triangles soient égaux, il suffit que l'on sache que leurs côtés sont égaux; et on leur dit aussi que deux triangles égaux ont tous leurs éléments égaux. Il y a là une petite subtilité très rarement comprise, je l'ai bien des fois constaté aux examens du baccalauréat. Si on leur disait ce que nous savons tous : ce théorème signifie qu'avec trois côtés donnés, on ne peut pas construire deux triangles différents, on serait, je crois, bien mieux compris, car le cas d'égalité aurait une base concrète : les constructions faites par l'élève. Bien des questions de Géométrie appelleraient des remarques analogues.

Mais ce serait m'écarter de mon sujet que d'insister sur ces questions, qui exigeraient une étude longue et approfondie; je me contente de vous rappeler les remarques que nous faisait ici M. Henri Poincaré sur le pantographe et sur l'utilité qu'il peut avoir pour faire comprendre les notions d'homothétie et de similitude.

En résumé, nos conclusions sont les suivantes, en ce qui concerne le dessin géométrique : *établir une union intime entre cet enseignement et celui de la Géométrie*; *ne pas le séparer non plus des calculs numériques.*

En dehors du calcul numérique et du dessin géométrique, nous ne trouvons actuellement presque rien en fait d'exercices pratiques de Mathématiques; en tout cas, rien de systématiquement organisé. Réservant pour l'instant la question d'une organisation générale et systématique, on peut signaler bien des moyens qui pourraient être employés pour introduire plus de vie et de sens du réel dans notre enseignement mathématique; il y a des essais à faire, pas tous en même temps au même endroit, mais ici ou là, suivant les circonstances, les dispositions des élèves, les ressources locales, les goûts du professeur.

Par exemple, on peut demander à chaque élève d'apporter dans sa poche un mètre en ruban; lui faire mesurer les deux côtés d'un rectangle (du tableau noir, d'une table, etc.), et lui faire calculer la diagonale, puis vérifier le résultat. On peut, de même, faire calculer expérimentalement le rapport de la circonférence au diamètre, le volume d'un vase de forme simple, etc. On habituera aussi les élèves à évaluer les longueurs et les angles à vue d'œil. Tous ces exercices contribueront à donner la notion plus exacte de l'importance qu'il faut attacher aux dernières décimales dans un calcul numérique, et à montrer combien il est absurde de rechercher dans le résultat une exactitude dépassant celle des données expérimentales.

Dans des classes plus élevées, il sera souvent possible de faire faire aux élèves de vraies opérations d'arpentage sur le terrain, avec des appareils simples, et le plus possible de vérifications par des calculs numériques.

Dans l'enseignement de la Cosmographie, il y aura, bien entendu, avantage à montrer le plus possible le ciel aux élèves en leur apprenant à le voir. Même à l'œil nu, on peut faire bien des observations; dans certains cas, on trouvera l'occasion de se servir d'une montre à secondes; parfois, on disposera d'une petite lunette. Il vaudra toujours mieux faire des observations simples et nombreuses que des observations précises, mais rares. L'évaluation approchée des angles à vue d'œil pourra leur être utile; ils devront savoir quel est le diamètre apparent du Soleil et de la Lune, etc.

L'organisation de ces exercices pratiques d'arpentage et de Cosmographie se heurtera quelquefois à des difficultés administratives. Il faut du beau temps pour l'arpentage, du soleil dans certains cas pour la Cosmographie, une nuit étoilée dans une autre occasion, etc. Or, les nuages n'ont pas des mœurs très administratives; ils ne se prêteront pas toujours à l'horaire des classes, dont la belle ordonnance fait l'orgueil de l'antichambre de M. le Proviseur. Il pourra être utile de déplacer une classe de latin pour observer une éclipse, ou de retarder l'heure du coucher pour voir une occultation d'étoile par la Lune. Tout cela sera très simple, avec de la bonne volonté, si la conviction s'affirme partout que ce sont là des choses sérieuses et non des amusements.

En Mécanique aussi, on peut faire bien des

choses sans ressources spéciales : il est aisé de montrer aux élèves les transmissions de mouvement sur une bicyclette à chaîne, parfois aussi sur une acatène; une vis, un écrou, voire un vulgaire tire-bouchon se trouvent partout. Certains tire-bouchons perfectionnés donnent d'excellents exemples de transmissions de mouvements. Si un élève s'intéresse à la photographie et possède un appareil, on pourra d'abord déterminer cinématiquement la durée du temps de pose dans des conditions déterminées et s'en servir ensuite pour mesurer des vitesses; même si l'on n'obtient ainsi que des résultats très grossiers, du moment que la méthode aura été comprise, on n'aura pas perdu le temps consacré à ces expériences. Signalons aussi la possibilité de visiter des ateliers, des usines, etc. Je me borne à ces quelques exemples, qu'on pourrait évidemment multiplier; en résumé, on doit rechercher toutes les occasions de faire mesurer à nos élèves des grandeurs concrètes : longueurs, temps, angles, vitesses, etc., de manière qu'ils appliquent le calcul à des réalités et se rendent compte par eux-mêmes que les Mathématiques ne sont pas une pure abstraction.

II

Mais pour amener, non seulement les élèves, mais aussi les professeurs, mais surtout l'esprit public à une notion plus exacte de ce que sont les Mathématiques et du rôle qu'elles jouent réellement dans la vie moderne, il sera nécessaire de faire plus et de créer de vrais *laboratoires de Mathématiques*. Je crois que cette question est très importante et doit être étudiée tout à fait sérieusement; nous pourrions, si vous le voulez bien, commencer ensemble cette étude, tout en nous attendant à ce qu'elle n'ait guère de sanctions pratiques immédiates. Nous savons, en effet, combien l'Administration manque d'argent pour des besoins encore plus urgents, combien les laboratoires de Physique et de Chimie sont pauvres; il y a là des nécessités devant lesquelles nous sommes prêts à nous incliner avec patience — pendant quelque temps du moins.

Durant cette période d'attente, nous pourrons peut-être, grâce à des initiatives privées ou des circonstances locales exceptionnellement favorables, tenter quelques essais d'organisation de laboratoires de Mathématiques, essais précieux par les enseignements que nous en retirerons. Il est, en effet, nécessaire d'arriver, non pas à multiplier les points de contact entre les Mathématiques et la vie moderne (ces points de contact sont innombrables et se multiplient chaque jour d'eux-mêmes), mais à mettre ces points de contact en évidence pour tous; c'est le seul moyen d'empêcher que les Mathématiques soient un jour supprimées comme inutiles par voie d'économie budgétaire; cette économie coûterait vite très cher à la nation qui la ferait; mais, pendant quelques dizaines d'années, les choses continueraient à marcher tout de même, par routine, et il serait ensuite très long et très difficile de regagner le terrain perdu.

Quelle conception pouvons-nous donc avoir d'un laboratoire de Mathématiques? Tout d'abord, il ne doit pas coûter cher; les appareils coûteux et encombrants n'y sont pas à leur place. Sans doute, si l'on peut, sans aucun frais, montrer à des élèves un théodolite de précision ou une lunette astronomique d'observatoire, il n'y a pas d'inconvénient à le faire. Mais il ne faut pas s'exagérer le profit qu'ils en retireront; il leur sera autrement utile d'avoir entre les mains des appareils plus simples, dont ils puissent se servir seuls, sans crainte de les abîmer.

De même, les modèles de Géométrie plus ou moins compliqués, comme on en vend surtout en Allemagne, comme on en voit au Conservatoire des Arts-et-Métiers, ne doivent pas être détruits quand on les possède, car ils peuvent rendre quelques services; mais des modèles simples, construits par les élèves eux-mêmes, avec du bois, du carton, du fil, de la ficelle, etc., les instruiront bien davantage. Toutes ces constructions doivent être d'ailleurs l'occasion de calculs numériques, très simples, avec très peu de décimales, mais dont l'erreur finale ne dépasse pas les erreurs de mesure.

On a déjà deviné quel pourrait être, à mon sens, l'idéal du laboratoire de Mathématiques : ce serait, par exemple, un atelier de menuiserie; le *préparateur* serait un ouvrier menuisier qui, dans les petits établissements, viendrait seulement quelques heures par semaine, tandis que, dans les grands lycées, il serait présent presque constamment. Sous la haute direction du professeur de Mathématiques, et suivant ses instructions, les élèves, aidés et conseillés par l'ouvrier préparateur, travailleraient par petits groupes à la confection de modèles et d'appareils simples. Si l'on possédait un tour, ils pourraient construire des surfaces de révolution; avec des poulies et des ficelles, ils feraient les expériences de Mécanique que nous décrivait M. Henri Poincaré, vérifieraient d'une manière concrète le parallélogramme des forces, etc. Il y aurait dans un coin une balance d'épicier; de l'eau et quelques récipients permettraient, par exemple, de faire faire aux élèves, sur des données concrètes, les problèmes classiques sur les bassins que l'on remplit à l'aide d'un robinet et que l'on vide en même temps à l'aide d'un autre robinet, etc.

Mais je ne peux pas ici tracer le programme complet de ce qui pourrait se faire; je préfère

chercher à répondre à quelques objections que peut soulever le principe même de l'institution des laboratoires de Mathématiques.

Il y a tout d'abord une question de rivalité professionnelle, si l'on peut dire, entre les Mathématiques et la Physique, sur laquelle je voudrais m'expliquer en toute liberté. Les physiciens ne vont-ils pas trouver que nous empiétons sur leur domaine? ne sont-ils pas les seuls à avoir le droit de se servir d'une balance ou de posséder une machine d'Atwood? devrons-nous engager avec eux une lutte rappelant les interminables procès entre corporations dont nous parlent les historiens des siècles passés?

Il peut paraître superflu de soulever ces questions, auxquelles la réponse est trop évidente; j'ai cependant entendu parler de discussions analogues qui se sont élevées entre les professeurs d'une même Faculté des Sciences (il ne s'agit pas de celle de Paris); je vois aussi, dans les programmes même, des traces de cette tendance aux luttes corporatives. Les éléments de la Mécanique sont enseignés deux fois aux élèves des sections C et D; d'abord, en seconde, par le professeur de Physique; ensuite, en première, par le professeur de Mathématiques. Chacun d'eux peut ignorer l'existence de son collègue; aucun accord n'est prévu entre eux. Et j'entends d'ici un dialogue entre deux intransigeants des deux partis : « Je suis bien obligé d'enseigner la Mécanique vraie à mes élèves, dit le physicien; pour mon collègue de Mathématiques, elle n'est qu'un prétexte à développer des formules algébriques et à enseigner la théorie géométrique des vecteurs. — Il faut bien que je revienne sur l'enseignement de Mécanique donné par mon collègue de Physique, répond le mathématicien; il n'a aucun souci de la rigueur des raisonnements et se borne, d'ailleurs, aux quelques notions qui lui sont indispensables ».

Heureusement les intransigeants sont rares; en fait, il y a de plus en plus accord entre mathématiciens et physiciens pour enseigner de la même manière les mêmes choses; il est à souhaiter que cet accord devienne encore plus grand. Il serait désirable que les élèves sachent que le frottement existe, comprennent pourquoi on peut placer une échelle contre un mur vertical, etc.

Si la création de laboratoires en partie communs, se prêtant des appareils, utilisant même, dans un petit établissement, les mêmes outils, pouvait avoir pour résultat de rapprocher les physiciens et les mathématiciens, ce serait déjà une raison suffisante pour les créer. Je crois que les physiciens s'accorderont assez généralement pour céder aux mathématiciens l'enseignement des éléments de la Mécanique, mais à une condition évidente : c'est que ces éléments seront enseignés d'une manière expérimentale et non pas purement abstraite. Les étiquettes ont, d'ailleurs, peu d'importance et si, dans tel établissement, le laboratoire de Mathématiques n'est qu'un coin du laboratoire de Physique; si c'est le professeur de Physique qui y dirige les exercices pratiques de Mécanique et même de Géométrie, de Cosmographie et d'Arpentage, nous n'y verrons aucun inconvénient. Les organisations les plus souples sont les meilleures et l'on ne saurait trop multiplier les occasions de mettre en évidence l'unité de la science. Évidemment, il est inévitable qu'il se produise parfois des difficultés personnelles, des heurts, des rivalités; il peut s'en produire partout où se trouve plus d'un être humain; nous ne prétendons pas réformer la nature humaine. Mais, avec la bonne volonté qui existe dans notre corps enseignant, bonne volonté à laquelle tous rendent hommage, avec la largeur d'esprit et la hauteur d'idées qui y règnent, on peut être convaincu que ces difficultés seront très rares, aussi peu nombreuses que celles qui pourraient surgir actuellement entre plusieurs professeurs de Physique usant d'un même laboratoire.

Une objection plus grave en apparence est la suivante : N'allez-vous pas, me dira-t-on, transformer nos lycées et collèges en autant d'Ecoles primaires supérieures ou d'Ecoles d'Arts et Métiers. L'enseignement secondaire doit-il faire double emploi avec l'enseignement primaire supérieur?

Tout d'abord, je ne ferai aucune difficulté pour reconnaître que, sur plusieurs points, l'enseignement secondaire ne pourrait que gagner de ressembler davantage à l'enseignement primaire. On constate trop souvent aux examens du baccalauréat, et même aux examens d'entrée aux grandes Écoles, des ignorances scandaleuses, notamment sur le système métrique, qui ne seraient pas tolérées au moindre examen primaire.

L'enseignement primaire forme d'excellents esprits, et le jour où une législation plus démocratique leur ouvrirait toutes grandes les portes de l'enseignement supérieur, ils y feraient une concurrence redoutable aux élèves de l'enseignement secondaire. Mais je n'ai pas à traiter ici des rapports entre nos trois ordres d'enseignement, ni de la conception plus libérale qu'il faudrait se faire de leurs relations mutuelles. Je me place en face des faits actuels et je précise la question : Il existe en France un enseignement secondaire qui, malgré certaines imperfections, a incontestablement une grande valeur éducative; ne risque-t-on pas de diminuer cette valeur éducative en y rendant plus pratique et moins théorique l'enseignement des Mathématiques? Avant de répondre à cette question, je

voudrais dissiper un malentendu possible : j'ai parlé de ce que, à mon sens, il y avait à faire au point de vue des exercices pratiques de Mathématiques, mais je n'ai pas dit qu'il fallait supprimer l'enseignement théorique des Mathématiques ; je pense, au contraire, qu'on peut le conserver *tel qu'il existe* (à peu de chose près) ; mais cet enseignement théorique ne sera que mieux compris s'il est accompagné d'exercices pratiques, tels que nous avons essayé de les définir.

S'agit-il donc d'une augmentation du nombre d'heures consacrées aux Mathématiques ? Nullement ; on gagnera largement le temps consacré aux exercices pratiques, car les élèves comprendront plus vite la théorie. Tout au plus, si l'on se décide à créer un véritable enseignement du travail manuel, faudra-t-il y consacrer quelques heures supplémentaires ; mais ce ne seront pas des heures de travail pour le cerveau ; le maniement de la lime ou du rabot pourrait remplacer certains exercices de gymnastique.

Cela étant bien entendu, il semble que la valeur éducative de l'enseignement mathématique ne pourra qu'être augmentée si la théorie y est, le plus souvent possible, mêlée à la pratique. L'élève comprendra qu'il est sans doute excellent de bien raisonner, mais qu'un raisonnement juste ne conduit à des résultats exacts que si le point de départ est lui-même exact ; qu'il faut, par suite, ne pas croire aveuglément à tout raisonnement, à toute démonstration d'apparence scientifique, mais se dire toujours que la conclusion n'a de valeur qu'autant que les données ont été scrupuleusement vérifiées par l'expérience. C'est la meilleure éducation que nous pouvons souhaiter donner à nos élèves. Quand ils auront bien compris à la fois la puissance indéfinie du raisonnement abstrait et son incapacité absolue à créer de toutes pièces une vérité pratique, ils seront mieux armés pour la vie.

Cette orientation nouvelle de l'enseignement des Mathématiques dans nos lycées et collèges, dont nous venons d'esquisser les grandes lignes, exercerait la plus heureuse influence sur les idées philosophiques de la classe instruite, idées qui dirigent en réalité l'évolution du pays. On va trouver peut-être que j'exagère vraiment trop l'importance de mon sujet et qu'il est absolument disproportionné de vouloir faire dépendre la vie d'une nation d'un calcul numérique ou d'un dessin au trait. Je voudrais ne pas donner lieu au reproche d'exagération ; cependant, s'il est vrai que c'est le rayonnement de la pensée grecque qui a assuré la prédominance de notre race sur le Globe et si, aux débuts de ce développement de la Grèce, une influence prédominante a été exercée par les philosophes géomètres, depuis Thalès de Milet jusqu'à Platon, on pensera sans doute qu'on ne saurait exagérer l'importance de la valeur des Mathématiques dans l'éducation de l'humanité [1].

Mais, si les Grecs ont été nos premiers éducateurs, si nous leur devons une reconnaissance éternelle pour avoir, les premiers, proclamé les droits de la raison humaine et compris que le monde n'est pas gouverné par les Dieux ni par le hasard, nous savons aussi qu'ils ne se sont pas toujours exactement rendu compte des limites imposées à la raison par l'expérience, au possible par le réel. Dans le premier essor de son affranchissement, la raison a cru pouvoir, à elle seule, construire *a priori* le Monde, et de là sont nés les systèmes idéalistes où des esprits supérieurs, depuis Platon jusqu'à Hegel, ont montré à quelles aberrations peut aboutir l'intelligence humaine lorsqu'elle veut planer au-dessus et en dehors des réalités [2].

On reproche, d'ailleurs, souvent aux mathématiciens ces tendances idéalistes ; c'est une opinion très courante (ce qui ne veut pas dire qu'elle soit toujours justifiée) que les ingénieurs trop forts en Mathématiques s'absorbent dans la théorie aux dépens de la pratique ; d'autre part, il y a certainement, parmi les mathématiciens, une plus grande proportion de mystiques que parmi les naturalistes, par exemple.

Ne doit-on pas chercher la cause de tous ces faits dans la séparation trop grande entre la théorie et la pratique ; le mathématicien qui s'absorbe dans son rêve est un peu dans la situation de l'élève pour qui les francs des problèmes ne sont pas des francs réels, servant à acheter des objets ; il vit dans un monde à part, construction de son esprit, en ayant le sentiment que ce monde n'a souvent aucun rapport avec le monde réel.

Il se produit alors le plus souvent l'une des deux éventualités suivantes : ou bien le mathématicien construit *a priori* un monde réel, adéquat à son monde d'idées ; il aboutit alors à un système métaphysique ne reposant sur rien ; ou bien il établit une démarcation absolue entre sa vie théorique et sa vie pratique, et sa science ne lui sert de rien pour comprendre le monde ; il accepte, sans pres-

[1] Voir le très intéressant livre de M. Gaston Milhaud : *Les philosophes géomètres de la Grèce. Platon et ses prédécesseurs*. Paris, Alcan, 1900.

[2] Puisque j'ai été amené à parler des Grecs, je demande la permission d'ouvrir une parenthèse. Depuis qu'il existe des Français, il n'est guère arrivé qu'un français ait appris le grec sans avoir appris d'abord le latin ; on sait pour quelles raisons historiques. Est-il nécessaire qu'il en soit toujours ainsi ; et ne pourrait-on examiner sérieusement, sans arrière-pensée traditionnelle, s'il ne serait pas possible de regarder ces deux langues mortes comme équivalentes, dans notre enseignement, comme le sont l'anglais et l'allemand. En d'autres termes, ne pourrait-il pas y avoir des sections grec-sciences ou grec-langues vivantes ?

que y réfléchir, les croyances du milieu dans lequel il vit.

Nous venons de parler des mathématiciens; l'éducation mathématique actuellement donnée dans les lycées a certainement une influence analogue sur les esprits qui ne poussent pas leurs études scientifiques plus loin que le baccalauréat : ou bien cette éducation mathématique ne réagit pas sur l'idée qu'ils se font du monde (et c'est sans doute le cas le plus fréquent), ou bien elle a une influence que nous serons d'accord, je pense, pour regarder comme fâcheuse : elle leur donne une tendance à trancher les questions par des raisonnements *a priori*, composés le plus souvent de mots vides de sens ou tout au moins mal définis : telle la fameuse preuve dite ontologique de l'existence de Dieu.

Au contraire, une éducation mathématique à la fois théorique et pratique, comme nous avons cherché à la concevoir, peut exercer la plus heureuse influence sur la formation de l'esprit. Nous pouvons espérer ainsi former des hommes ayant foi dans la raison, et sachant qu'il ne faut pas chercher à biaiser en face d'un raisonnement juste : on n'a qu'à s'incliner. Ils auront aperçu, sur des exemples multiples, le déterminisme des phénomènes naturels et seront préparés à comprendre la notion de loi physique. Mais, en même temps, ils se défieront de tout raisonnement en l'air, sans bases dans le réel, portant sur des mots mal définis, de tout calcul effectué sur des nombres abstraits dont la signification concrète n'est pas précisée; ils chercheront toujours à voir l'objet tangible derrière le symbole.

En un mot, nous contribuerons à former des hommes libres, dont la raison ne s'incline que devant le fait; nous ferons tout au moins tous nos efforts pour nous rapprocher le plus possible de cet idéal.

Emile Borel,
Maître de Conférences
à l'Ecole Normale Supérieure.

COMPOSÉS NON SATURÉS ET RADICAUX NÉGATIFS

On peut, en Chimie organique, classer le nombre immense des composés connus de deux manières différentes :

1° On réunit dans une même famille tous les dérivés d'un radical commun : dérivés méthyliques, éthyliques, etc.;

2° On série ensemble tous les composés caractérisés par une fonction donnant à la molécule ses caractères principaux et rattachée à un radical quelconque : acides, alcools, amines, etc.

Dans les deux cas, on attribue à certains caractères des composés envisagés une importance capitale en négligeant tous les autres.

Les nécessités de la classification justifient cette manière de procéder; mais tout chimiste sait combien est arbitraire cette façon de faire. Tout compte à la fois dans le monde atomique qui compose une molécule.

La fonction chimique est définie nettement et caractérisée par un complexe d'atomes, ou groupement fonctionnel, qui se retrouve toujours identique dans une même famille.

Envisageons la fonction qui présente le caractère négatif le plus accentué : la fonction acide; elle est représentée dans nos formules par le groupement :

ou carboxyle, et l'hydrogène de ce groupement fonctionne d'une façon toute spéciale sur laquelle il est inutile d'insister.

« Tout acide, dit Gerhardt, peut être transformé par le perchlorure de phosphore en un chlorure qui, traité par l'eau, reproduit l'acide primitif, en même temps qu'il se dégage de l'acide chlorhydrique ».

Cette restriction conduit à ne considérer comme acides que les composés pouvant donner des éthers sels et des amides. Elle exclut des composés susceptibles de se combiner aux bases pour donner des produits de substitution analogues aux sels, mais n'obéissant pas à la restriction de Gerhardt, tels que les acides cyanhydrique, picrique, urique, cyanique. On a donc été ainsi conduit à utiliser le terme radical négatif pour dénommer d'une façon générale tout ensemble atomique donnant un caractère acide à certains atomes d'hydrogène de la molécule. On peut ainsi réunir dans une classe unique les composés primitivement dénommés acides non carboxylés.

Chaque fois que nous constaterons le caractère acide dans une molécule, si faible soit-il, nous serons amenés à constater la présence, dans cette molécule, d'un ou plusieurs radicaux négatifs.

Nous allons voir de quelle généralisation ces vues sont susceptibles. Les acides vrais ou acides à carboxyle ne sont plus qu'une des séries de cette grande classe nouvelle.

Le nombre de ces composés d'allure si singulière

(acides sans carboxyle) s'est accru considérablement depuis vingt-cinq ans.

Victor Meyer, ayant préparé les dérivés nitrés des carbures gras : nitrométhane, $CH^3.AzO^2$; nitroéthane, $CH^3.CH^2.AzO^2$, reconnut leur caractère acide et le formula ainsi : « Dans la sphère d'action du groupe nitré, l'atome d'hydrogène est acidifié et il peut être remplacé par un métal ».

Conrad, en étudiant l'éther malonique : $CO.O.C^2H^5.CH^2.CO.O.C^2H^5$, reconnut aussi aux atomes d'hydrogène du groupe méthénique des propriétés semblables. Il affirma que l'action des deux groupes carbonyles voisins imprimait à ces atomes d'hydrogène un caractère semblable à celui que donne un groupement nitré. Il constata bientôt le même fait avec le benzoylacétate d'éthyle : $C^6H^5.CO.CH^2.CO.O.C^2H^5$.

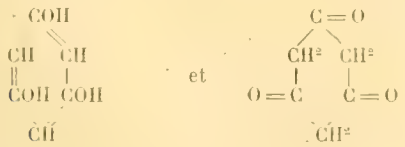
M. Haller, soit seul, soit avec ses nombreux élèves, avait entrepris de son côté l'étude des conséquences de l'introduction du groupement C ⋮ Az dans les molécules. Le camphre cyané, le malonitrile, les éthers de l'acide cyanacétique, la cyanacétophénone lui révélèrent des propriétés comparables à celles des dérivés à carbonyles en β et même beaucoup plus accentuées.

Dès 1882, la préparation de l'éther cyanomalonique est le premier exemple de fonction acide purement organique, sans carboxyle, car les dérivés nitrés des carbures de Victor Meyer doivent leur caractère acide à l'introduction d'un radical non organique, mais minéral : AzO^2. Ces composés cyanés (cyanomaloniques, acétylcyanacétiques, benzoylcyanacétiques) jouent, en effet, le rôle de véritables acides. Ils se combinent aux bases et décomposent les carbonates minéraux pour donner des sels cristallisant en liqueur aqueuse.

M. Haller a divisé ces corps en acides méthéniques et méthiniques, suivant qu'il reste deux ou un seul atome d'hydrogène rattachés au carbone typique. Je ferai ici une restriction relative aux formules énoliques de ces composés, dont je parlerai plus loin.

Alphonse Combes avec l'acétylacétone, J. Wislicenius avec l'éther acétylacétique, Claisen avec les β-dicétones ne tardèrent pas à apporter, aux faits observés simultanément par Victor Meyer, Haller et Conrad dans trois voies différentes, un appoint considérable.

Von Beyer, après sa synthèse de la phloroglucine par l'éther malonique, constatait également qu'elle donne une trioxime et que, par conséquent, elle fonctionne tantôt comme un triphénol, tantôt comme une tricétone β :



L'action négative des groupements carbonyles dans $R.CO.CH^2.CO.R$ était de plus en plus mise en lumière et rapprochée de l'action des groupements nitrés.

Conrad, reprenant l'étude du mécanisme de la réaction de Perkin, démontrait que, dans l'action de l'aldéhyde benzylique sur l'acide propionique, il ne se forme pas l'acide $C^6H^5.CH : CH.CH^2.COOH$, comme Perkin l'avait cru, mais l'acide :

C'était encore une extension des idées précédentes, les hydrogènes voisins du groupement carboxyle subissant l'action particulière de ce groupement.

Les recherches de Wurtz, de Lieben et de leurs élèves sur l'aldolisation ont considérablement étendu le champ de nos connaissances sur des actions du même genre.

Dès 1888, M. Haller donna une liste des radicaux négatifs alors connus ; il les avait classés d'après leur degré d'influence sur les atomes d'hydrogène influencés :

AzO^2, SO^2, SO^3R, CAz, CO, CHO, COOR, Az = Az, — C =,

Il posait aussi en principe que :

1° Suivant le nombre et la nature des radicaux introduits dans le formène, la molécule prend un caractère plus ou moins acide ;

2° L'ordre dans lequel ces radicaux sont écrits est l'ordre décroissant de négativité ; mais cette classification n'a rien d'absolu. Elle repose sur des apparences et non sur des mesures.

Victor Meyer, de son côté, étudiait l'action négative du phényle. D'abord, il fit ressortir que, dans la di- et la triphénylamine, la basicité s'atténue par rapport à l'aniline. Les études de la désoxybenzoïne, du cyanure de mercure, de l'éther phénylacétique suivirent.

Le radical phényle présente des propriétés négatives plus faibles que les termes déjà cités.

M. Haller avait démontré l'augmentation de l'acidité par introduction de nouveaux radicaux négatifs dans la molécule ; Victor Meyer et Alphonse Combes en démontrèrent la diminution par introduction de radicaux positifs. Combes reconnut, notamment par la mesure des chaleurs de neutralisation des sels de l'acétylacétone et de la méthylacétylacétone (10,95 cal. et 9,77 cal. pour les sels de potassium), que l'introduction du radical méthyle diminue, dans ce cas, l'acidité de la molécule.

Victor Meyer reconnut aussi la manière d'augmenter le caractère négatif du radical phényle en y introduisant le groupement nitro : $(AzO^2)^2C^6H^3.CH^2.CO.O.C^2H^5$ fonctionne comme le nitrométhane et

l'éther acétylacétique. Le diphénylméthane ne réagit pas sur l'éthylate de sodium, pendant que le dinitrodiphénylméthane donne des sels violets.

Il est d'importance capitale de remarquer que, dans tous les composés passés en revue, le caractère négatif apparaît dans le voisinage d'atomes polyvalents échangeant entre eux plusieurs valences, soient :

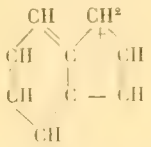
$$C=O, \qquad C\equiv Az, \qquad Az\begin{matrix}\diagup O\\ \diagdown O\end{matrix};$$

mais il n'a pas encore été question d'action négative exercée par des radicaux purement hydrocarbonés, sauf dans le cas du radical phényle, cas tout à fait particulier, que M. Haller, cependant, attribuait déjà au carbone —C=.

On savait bien aussi que certains composés acétyléniques (acétyléniques vrais) donnent des acétylures métalliques, que l'on peut rapprocher des sels; mais ces acétylures réagissent plutôt par addition, et c'est encore un point de la théorie sur lequel je n'insiste pas.

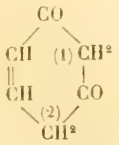
J'arrive aux recherches de M. Henrich et aux miennes. Ces recherches étendent les considérations précédentes aux composés non saturés éthyléniques. Voyons d'abord les travaux de M. Henrich et, avant tout, les faits qui l'ont guidé.

Markwald, en 1895, a reconnu que dans l'indène



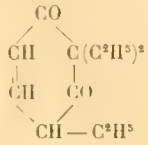
le groupement méthénique montre le caractère acide faible. Il donne un produit de condensation avec la benzaldéhyde, et l'on peut également préparer un dérivé isonitrosé par l'action de l'acide nitreux.

Hallgarten dans l'éthylation de l'anthranol, Herzig et Zeisel dans leurs études sur les produits de substitution de la phloroglucine et de la résorcine, Goldschmidt, Strauss, Kostanecki, Henrich, enfin, dans l'étude des dérivés nitrosés du phénol, de la résorcine, de l'orcine, etc., observèrent toute une série de transpositions moléculaires, d'isomérisations, qui conduisent à admettre que ces corps réagissent d'après les circonstances sous leurs diverses formes tautomères possibles, notamment dans le cas de la résorcine, réagissant sous la forme hexaméthylène-dicétone :



On reconnut que non-seulement le carbone méthénique (1) réagissait comme dans les β-dicétones, mais qu'il en était de même du carbone méthénique (2), quoique son énergie de réaction soit moindre.

Herzig et Zeisel observèrent que, par le sodium et l'iodure d'éthyle, on obtient finalement un composé triéthylé de formule :



Ils ne firent aucune conjecture sur l'activité du deuxième CH^2.

On peut expliquer cette éthylation, comme l'a fait Henrich, en admettant pour le groupe CH : CH une action identique à celle du groupe C=O. Cela revient à dire que le groupe CH : CH est un groupe négatif.

En somme, dans CH:CH. CH^2.CO, le méthylène joue le même rôle qu'un des carbonyles dans : —CO.CH^2.CO—. Pour le démontrer, il suffit d'expérimenter avec l'éther glutaconique C^2H^5.O.CO.CH : CH.CH^2.CO.O.C^2H^5.

Les formules suivantes montrent ses relations avec la résorcine :

On peut soder l'éther glutaconique, isoler le dérivé sodé.

On peut aussi, par réaction avec l'éthylate de sodium et les iodures alcooliques, préparer des produits de substitution bien définis. Ce composé, traité par l'acide nitreux, donne un dérivé isonitrosé; avec le diazobenzène et divers autres réactifs, il se conduit comme les éthers maloniques et acétylacétiques. Ces faits démontrent nettement le caractère négatif de —CH:CH—.

M. Henrich, examinant l'ensemble des composés organiques, a alors bien nettement fait ressortir que la négativité ou acidité était toujours la caractéristique des radicaux non saturés, quels qu'ils soient. La condition nécessaire et suffisante pour la négativité, c'est la présence d'un radical non saturé, hydrocarboné ou non.

Tout radical non saturé est négatif. L'azote lui-même donne, sous cette forme, des composés acides; c'est le cas dans l'acide azothydrique :

Dans cet exemple, le caractère acide si énergique

de l'hydrogène imidique est dû au retentissement et à l'accumulation sur cet hydrogène, des actions des atomes —Az= non saturés. Plus le caractère non saturé sera accentué, plus le caractère négatif sera net, autrement dit plus l'acidité sera forte. C'est toujours l'échange de deux ou plusieurs valences entre deux atomes semblables ou dissemblables qui amène cette négativité. La nature des atomes considérés est secondaire; c'est seulement dans le mode de groupement de ces atomes qu'il faut chercher l'origine de l'action négative.

On peut même dire qu'un groupe d'atomes est d'autant plus négatif que les atomes composants sont plus rapprochés, qu'ils se saturent réciproquement plus de valences. C'est le cas des groupements nitré, cyané et acétylénique. En fait, ce sont les plus négatifs.

Si l'on passe en revue les propriétés physiques des composés organiques non saturés : volume moléculaire, réfraction moléculaire, valeur calorifique, on arrive à cette conclusion que les groupes d'atomes qui présentent la plus grande somme d'énergie condensée sont aussi ceux qui montrent le caractère négatif le plus accentué.

J'ai, parallèlement à M. Henrich, poursuivi l'étude des liaisons hydrocarbonées, au point de vue de la négativité; mais cette étude n'a pas porté sur des composés dans lesquels les atomes d'hydrogène, dans un groupement méthénique, étaient substituables par le sodium ou un radical hydrocarboné. Les résultats obtenus sont beaucoup plus généraux.

J'envisagerai successivement trois ordres de faits :

1° Action de la double liaison sur les atomes rattachés à un atome voisin de cette double liaison;

2° Action de la double liaison empêchant l'entrée, dans la molécule, d'atomes pouvant la saturer normalement ;

3° Déplacement, dans cette molécule même, d'atomes préexistants.

Dans ces trois cas, nous allons constater l'existence d'une force qui tend à éloigner certains atomes de son centre d'action.

I. — Action de la double liaison sur les atomes rattachés au carbone voisin.

Nous allons examiner plusieurs cas. D'une façon générale, la double liaison exalte le caractère du groupement fonctionnel voisin, qui réagit alors avec beaucoup plus de facilité que dans le cas du composé saturé correspondant.

Pour les acides et les aldéhydes non saturés, par exemple, la formation de sels, d'amides, d'hydrazones, de carbazones et des produits de condensation est grandement facilitée. Des réactions secondaires par la fonction éthylénique interviennent et troublent souvent la marche des phénomènes, qui semblent alors moins nets que dans la série saturée correspondante ; mais, si, par des artifices convenables, on évite ces réactions secondaires, le principe précédent apparaît dans toute sa généralité.

Je n'étudierai que quelques cas particuliers de ce retentissement.

1° *Alcool crotonique*, $CH^3.CH:CH.CH^2OH$. — Ce composé, traité par les hydracides à froid, s'éthérifie immédiatement. A peine a-t-on dissous à froid cet alcool dans trois à quatre volumes d'acide concentré, que l'on voit le liquide se troubler. Bientôt, le dérivé halogéné se sépare presque en quantité théorique. On obtient ainsi les chlorures, bromures, iodures de crotonyle en quelques instants.

L'éthérification par les acides organiques est tout à fait comparable. Il est inutile de passer par les chlorures ou les anhydrides d'acides. Par simple contact à froid, on obtient les éthers, et la vitesse de la réaction est beaucoup plus grande que dans le cas de l'alcool butylique normal.

Ces éthers, à leur tour, ont une activité réactionnelle extrêmement remarquable. Ils se saponifient très rapidement par l'eau et repassent avec la plus grande facilité à l'alcool générateur. Les chlorures, bromures, iodures de crotonyle, dans les dissolvants appropriés, réagissent immédiatement sans chauffer sur les sulfures, sulfhydrates, sulfocyanates alcalins, etc. L'eau et les solutions alcalines faibles les saponifient déjà à froid, et avec la plus grande facilité dès qu'on élève un peu la température.

Les mêmes réactions, appliquées aux dérivés butyliques, sont beaucoup plus difficiles à réaliser ; on est, dans ce cas, dans la série saturée, et les diverses transformations étudiées plus haut ou ne marchent pas ou exigent tout au moins l'emploi d'une température beaucoup plus élevée.

2° *Alcool allylique*, $CH^2:CH.CH^2OH$. — J'ai recherché si la même méthode d'éthérification à froid par les hydracides pouvait être appliquée à cet alcool. Elle marche encore, mais plus lentement, et il ne se sépare de la solution de l'alcool dans l'hydracide qu'environ 20 à 25 % de la quantité théorique du dérivé halogéné qui devrait se former.

Les différentes réactions étudiées plus haut ont également, dans le cas des dérivés allyliques, une caractéristique spéciale. Elles sont moins énergiques que celles des dérivés crotoniques, mais tout à fait comparables, et différencient nettement la série allylique de la série saturée correspondante : la série propylique.

3° *Alcool cinnamique*, $C^6H^5.CH:CH.CH^2OH$. —

Les résultats obtenus dans l'étude de cet alcool permettent de lui attribuer des propriétés particulières encore plus accentuées que celles de l'alcool crotonique. Il est absolument rationnel d'attribuer à la double liaison ces propriétés spéciales qui apparaissent ou disparaissent avec elle. Les phénomènes observés sont dus à l'influence des radicaux négatifs : $CH^2:CH$, $CH^3.CH:CH$, $C^6H^5.CH:CH$ sur le groupement fonctionnel alcool et ses dérivés. On peut même remarquer que ces radicaux sont écrits ici dans l'ordre de négativité croissante, si l'on mesure cette négativité par l'énergie des réactions étudiées plus haut.

Il est possible d'obtenir des composés non saturés dans lesquels l'influence de la double liaison est encore plus nette. C'est le cas pour le chlorure de cinnamylidène $C^6H^5.CH:CH.CHCl^2$. Ce chlorure est très instable : il se conduit en présence de l'eau comme les chlorures d'acide, à l'énergie de la réaction près. Si on l'abandonne sous l'eau, à froid, il est transformé en aldéhyde cinnamique, et la solution aqueuse se charge d'acide chlorhydrique. Abandonné à l'air, il dégage bientôt spontanément de l'acide chlorhydrique par action de la vapeur d'eau atmosphérique. Cette instabilité vis-à-vis de l'eau à froid, qui différencie si nettement ce composé des hydrocarbures chlorés dérivés des aldéhydes saturées, est bien due à la présence d'une liaison éthylénique voisine du carbone auquel sont rattachés les atomes de chlore.

En effet, si l'on sature cette double liaison par le chlore ou le brome, on obtient deux nouveaux composés qui, quoique renfermant plus de chlore ou de brome dans leur molécule, sont très stables et se sont conservés absolument purs depuis leur préparation. On peut, à volonté presque, supprimer cette double liaison. Il suffit de remplacer un des hydrogènes rattachés aux carbones de la double liaison par du chlore ou du brome.

Elle existe encore dans nos schémas représentatifs des corps, mais s'est atténuée et a même disparu complètement en fait. Pour cela, on peut étudier les aldéhydes chloro et bromocinnamiques : $C^6H^5.CH:CCl.CHO$ et $C^6H^5.CH:CBr.CHO$.

La double liaison dans le dérivé chloré peut encore être mise en évidence. Il fixe le chlore ou le brome à la condition de le diluer à peine et de ne pas refroidir au moment de la réaction. Les dérivés : $C^6H^5.CHCl.CCl^2.CHO$ et $C^6H^5.CHBr.CClBr.CHO$ donnent des hydrates très bien cristallisés, comme le chloral, et, par oxydation, les acides corespondants.

Pour l'aldéhyde bromée, on peut l'introduire en poudre dans le brome liquide, ou opérer en diluant légèrement par le chloroforme ; il n'y a pas de réaction : on retrouve l'aldéhyde intacte.

Il faut donc en conclure que la substitution d'un chlore à l'hydrogène lié à l'un des carbones de la double liaison atténue considérablement le caractère non saturé de la molécule, et que la substitution d'un brome l'annihile complètement dans notre cas.

L'étude des chlorures va immédiatement confirmer ces résultats : $C^6H^5.CH:CCl.CHCl^2$ est attaqué par l'eau très lentement à froid, assez vite dans l'eau bouillante; $C^6H^5.CH:CBr.CHCl^2$ est stable dans ces conditions. En chauffant, il fond sous l'eau, mais il suffit d'amorcer la cristallisation pour qu'il se reprenne en masse solide cristalline par refroidissement. On a pu le laisser plusieurs mois sous l'eau sans qu'il se transforme.

La mobilité des halogènes rattachés à un carbone voisin d'une double liaison est telle, dans certains cas, que la transformation de la molécule est spontanée. Les iodures d'allyle et de crotonyle vont nous en fournir deux exemples remarquables.

Dans le cas de l'iodure de crotonyle surtout, les faits sont bien nets.

Si l'on abandonne ce composé fraîchement préparé, incolore et pur, à l'action de la lumière, il s'altère rapidement : de liquide, il devient solide sous forme de masse noirâtre, empâtant de fines aiguilles de plus en plus nombreuses. On peut isoler ces dernières; elles sont parfaitement blanches et stables. L'analyse, la détermination du poids moléculaire ont permis de démontrer que l'on avait ainsi le composé : $CH^3.CHI.CHI.CH^2.CH^2.CH:CH.CH^3$. Il est stable, et ceci ne doit pas surprendre, car nous pouvons remarquer que, s'il renferme de l'iode et une double liaison, il n'y a plus voisinage entre l'halogène et le groupement éthylénique.

Pour expliquer cette transformation, nous admettons que $CH^3.CH:CH.CH^2I$ s'est scindé sous l'action de la lumière en $CH^3.CH:CH.CH^2$. et I ; puis deux radicaux hydrocarbonés se sont soudés en donnant le dicrotonyle $CH^3.CH:CH.CH^2.CH^2.CH:CH.CH^3$, qui a fixé l'iode libre en présence.

On pourrait objecter que cette transformation est due à l'action de la lumière sur un dérivé iodé et à cette action seulement. Je ferai observer que, dans le cas présent, cette action de décomposition est totale et rapide à la température ordinaire. Dans le cas des iodures saturés, la coloration du liquide est très lente, et il est presque impossible d'isoler trace de l'hydrocarbure pouvant se former même au bout de quelques mois.

Avec l'iodure d'allyle, on constate que les phénomènes se rapprochent de ceux qu'on observe avec l'homologue supérieur. $CH^2:CH$. est moins négatif; aussi l'iodure est-il plus stable. Préparé depuis quelque temps, il prend l'odeur du diallyle et, si on le chauffe, on peut en séparer, en opérant sur une

quantité notable, du diallyle libre que l'on peut caractériser facilement.

II. — Action de la double liaison empêchant l'entrée dans la molécule d'atomes pouvant la saturer normalement.

Nous avons étudié plus haut l'action de la double liaison dans des complexes atomiques définis et tout formés; nous allons maintenant la voir exerçant son action dans la formation même de ces complexes. Elle détermine, dans certains cas, la marche des cataclysmes atomiques consécutifs à nos réactions et qui donnent naissance à de nouveaux groupements.

Nous allons voir que l'on peut formuler ici une loi très générale. Précédemment, la mobilité des atomes d'hydrogène ou des éléments les remplaçant était fonction de deux variables :

1° Le caractère négatif plus ou moins accentué du radical;

2° La nature même de l'atome substituant.

Maintenant nous n'envisagerons plus que la saturation par l'hydrogène, et le caractère du radical négatif sera seul en cause.

Les réactions que nous allons passer en revue sont toutes des dédoublements de molécules, comparables à ce que nous avons vu plus haut dans la décomposition spontanée de l'iodure de crotonyle.

La molécule en transformation, au lieu de se saturer normalement d'hydrogène, n'en fixe que partiellement ou pas du tout, et il y a saturation par soudure de radicaux monovalents.

On peut exprimer l'ensemble des faits par la loi très générale suivante :

Quand il y a doublement moléculaire par réduction, au lieu de saturation normale par l'hydrogène, le radical primitif doit être considéré comme négatif.

Le rendement en composé de molécule double n'est pas fonction des conditions de la réaction, mais du caractère négatif plus ou moins fort du radical en jeu.

Ce rendement est même le meilleur moyen de mesurer cette négativité.

Nous allons envisager deux séries d'expériences.

1° *Formation des hydrocarbures diéthyléniques.* — Dans la préparation des hydrocarbures avec les dérivés halogénés, les réactions sont toutes différentes si l'on opère avec des composés saturés ou avec des composés éthyléniques. Ainsi l'iodure de méthyle, traité par l'amalgame de sodium en présence de dissolvants appropriés, donne du méthane et exclusivement ce composé. Pour doubler la molécule, il faut opérer dans des conditions telles qu'il n'y ait pas d'hydrogène formé. C'est l'expérience réalisée dans la formation de l'éthane par l'iodure de méthyle et le sodium.

Voici ces réactions :

$$CH^3I + H^2 = CH^4 + HI$$

et

$$(CH^3I)^2 + Na^2 = CH^3.CH^3 + 2NaI.$$

La première de ces réactions, conduite avec des dérivés renfermant des doubles liaisons, marche tout autrement.

En effet, dans la réduction par l'hydrogène des dérivés allyliques et crotoniques $CH^2:CH.CH^2I$ et $CH^3.CH:CH.CH^2I$, il y a bien formation de propylène $CH^3.CH:CH^2$ et de butylène $CH^3.CH:CH.CH^3$; mais il y a toujours aussi formation de diallyle $CH^2:CH.CH^2.CH^2.CH:CH^2$ et de dicrotonyle $CH^3.CH:CH.CH^2.CH^2.CH:CH.CH^3$.

Pour les dérivés allyliques, le rendement approximatif est de 10 à 15 °/₀ en diallyle; pour les composés crotoniques, on obtient environ 50 °/₀ de dicrotonyle. La même réaction n'a pas encore été tentée avec les dérivés cinnamiques.

La réaction peut être conduite de différentes façons; on peut employer les dérivés chlorés, bromés ou iodés indifféremment.

Elle est plus ou moins facile, mais les rendements ne sont pas modifiés. Ils sont fonction uniquement de la nature des radicaux négatifs. Ainsi, pour une partie des produits en œuvre, un seul hydrogène entre en jeu par molécule à réduire : $2(CH^2:CH.CH^2I) + H^2 = CH^2:CH.CH^2.CH^2.CH:CH^2 + 2HI$.

La double liaison agit donc comme si elle empêchait l'entrée du second atome d'hydrogène dans le composé non doublé.

2° *Formation des pinacones.* — Dans la formation des pinacones, les phénomènes sont identiques.

Si l'on réduit dans certaines conditions (couple zinc-cuivre, qui ne réduit pas la double liaison elle-même) les aldéhydes éthyléniques suivantes : acroléïne, aldéhyde crotonique, aldéhyde cinnamique, on obtient des résultats qui confirment les précédents :

Avec l'acroléïne $CH^2:CH.CHO$, il y a bien formation d'alcool allylique, mais il se fait aussi de 15 à 18 °/₀ du glycol $CH^2:CH.CHOH.CHOH.CH:CH^2$. Pour l'aldéhyde crotonique, $CH^3.CH:CH.CHO$, le rendement en glycol $CH^3.CH:CH.CHOH.CHOH.CH:CH.CH^3$ dépasse 50 °/₀, et la proportion d'alcool $CH^3.CH:CH.CH^2OH$ diminue d'autant. Avec l'aldéhyde cinnamique, $C^6H^5.CH:CH.CHO$, il ne se fait plus que des corps de molécule double; il est impossible de constater la formation d'alcool cinnamique $C^6H^5.CH:CH.CH^2OH$.

Dans cette série d'exemples, la double liaison, comme précédemment, empêche la saturation normale de la molécule par l'hydrogène. On voit aussi

que cette formation de pinacones, qui pourrait sembler anormale tout d'abord, est proportionnelle à la négativité du radical en jeu.

Dans les exemples précédents, il n'entre en réaction que des atomes d'hydrogène et de carbone; mais il faut remarquer que la nature des atomes considérés est sans importance : seul, le caractère négatif des radicaux réduits doit être envisagé.

Nous avons vu que la présence d'oxygène dans le cas des aldéhydes n'a rien modifié. Le même principe s'applique aussi à la réduction des dérivés nitrés et nitrosés aromatiques et permet de comprendre la formation des composés azoxy, azoïques et hydrazoïques.

Je ne m'étends pas plus sur cette partie de la théorie.

III. — Déplacement dans la molécule d'atomes préexistants.

Les considérations précédentes sur les radicaux négatifs vont nous permettre maintenant d'expliquer certaines réactions avec transpositions intramoléculaires qui semblent tout d'abord un pur jeu du hasard.

Ce serait le moment d'exposer avec détails la théorie des valences partielles de M. Thiele, fondée sur un fait expérimental que j'avais généralisé en même temps que lui, dans les composés diéthyléniques.

Si l'on envisage un composé diéthylénique à doubles liaisons voisines : R.CH : CH.CH : CH.R, la saturation d'une des doubles liaisons entraîne toujours une transposition moléculaire telle que le composé résultant répond au schéma : $R.CH^2.CH : CH.CH^2.R$ pour une saturation incomplète par l'hydrogène. L'addition d'halogènes ou d'hydracides se passe de même. Pour les composés hydrocarbonés, cette loi ne souffre aucune exception. Celles que l'on pourrait trouver dans la littérature chimique semblent dues non à des faits réels bien observés, mais à des erreurs d'interprétation. Ces vues sont même devenues classiques d'emblée et ont permis de comprendre nombre de réactions encore obscures.

J'avais nettement mis ce point en lumière dans un pli cacheté déposé à la Société Chimique quelque temps avant l'apparition de la théorie de M. Thiele, et je proposais d'accepter comme une loi le principe que je viens d'énoncer.

M. Thiele a été beaucoup plus loin. Il n'envisage pas seulement les doubles liaisons voisines hydrocarbonées, mais les doubles liaisons quelles qu'elles soient. Ainsi étendue, cette théorie présente nombre d'exceptions; elle n'est plus qu'une interprétation permettant de saisir mieux les faits souvent, mais pas toujours.

Rejeter systématiquement la migration moléculaire, comme l'a fait M. Thiele, me semble beaucoup trop absolu. Il n'admet pas, en effet, qu'il y ait d'abord saturation partielle, puis transposition. Ainsi R.CH : CH.CH : CH.R donnerait d'emblée $R.CH^2.CH : CH.CH^2R$. Il n'y aurait pas formation d'abord de : $\underset{\delta}{R.CH} : \underset{\gamma}{CH}.\underset{\beta}{CH^2}.\underset{\alpha}{CH^2}R$, puis transposition en $R.CH^2.CH : CH.CH^2R$. On peut remarquer, cependant, que ce passage de l'atome d'hydrogène du carbone β au carbone δ avec déplacement de la double liaison s'interprète très facilement avec nos schémas stéréochimiques. Toutes les transpositions moléculaires, dans l'ordre des faits relevés ici, ont toujours lieu ainsi entre atomes en position 1 et 3, et la nature des atomes considérés est indifférente; la transposition des atomes d'hydrogène ou d'halogènes est identique, qu'ils soient rattachés à des atomes d'azote, de carbone ou d'oxygène; elle ne dépend que de la nature des radicaux négatifs considérés.

C'est, comme on peut le reconnaître, toujours le même principe qui règle le résultat final. Voyons quelques faits où la migration moléculaire doit nécessairement être acceptée.

Nous savons déjà que, dans le cas des acides β-cétoniques et des β-dicétones, nous envisageons les corps réagissant tantôt sous la forme cétonique : $R.CO.CH^2.CO.R$, tantôt sous la forme énolique : R.COH : CH.CO.R.

Les tautomérisations de la phloroglucine et de la résorcine sont du même ordre de faits. Nous passons de l'une à l'autre forme pour l'interprétation des réactions; nous sommes même parvenus à isoler des dérivés se rattachant nettement à l'une ou à l'autre série de composés isomères.

Pour les composés β-dicétoniques, on passe d'une forme à l'autre très facilement; les deux formes sont pour ainsi dire également instables et se transforment l'une dans l'autre sous les moindres influences. Dans le cas de produits renfermant des radicaux plus négatifs, la transposition devient plus immédiate et la forme tautomère plus stable. Il en est ainsi pour les dérivés cyanés étudiés par M. Haller et ses élèves.

Dans les acétylcyanacétates, la forme énolique :

$$CH^3-COH=C\begin{cases}CAz\\COOR\end{cases}$$

doit être admise dans la plupart des réactions. Je ne veux pas dire qu'elle est seule stable et existe seule; pour certaines réactions, on peut encore admettre la forme cétonique, mais la forme énolique est celle qui permet l'interprétation du plus grand nombre de faits.

Je ne crois pas être trop osé en affirmant que

cette forme énolique, si instable dans les composés renfermant deux carbonyles en β, est beaucoup plus stable dans les molécules où un carbonyle est remplacé par C ⋮ Az.

Est-il irrationnel d'admettre un rapport entre cette stabilité et le caractère négatif plus accentué du radical C ⋮ Az. Je ne le crois pas.

Cette migration moléculaire s'observe également dans les composés azotés, notamment dans la transposition des dérivés nitrosés en oximes :

$$\underset{\underset{O}{\|}}{R.C}.\underset{\underset{AzO}{|}}{CH}.R = \underset{\underset{O}{\|}}{R.C}.\underset{\underset{AzOH}{\|}}{C}.R,$$

et des azoïques en hydrazones :

$$C^6H^5-Az=Az-CH\begin{cases}CAz\\COOR\end{cases} = C^6H^5-AzH-Az=C\begin{cases}CAz\\COOR\end{cases}.$$

Elle s'exerce aussi dans les composés hydrocarbonés qui nous intéressent surtout ici. Je n'envisagerai que deux cas : un ancien, le nitrile crotonique, et un récent, encore inédit, l'acide cinnamylidène-acétique.

1° *Nitrile crotonique.* — Les faits ont été singulièrement obscurs pendant longtemps. On a d'abord confondu les deux actions si différentes du cyanure de potassium et du cyanure d'argent, l'une conduisant aux nitriles et l'autre aux carbylamines.

L'action du cyanure de potassium sur l'iodure d'allyle, conduite sans précautions, au lieu de donner le nitrile $CH^2:CH.CH^2C ⋮ Az$, donne le nitrile crotonique $CH^3CH:CH.C ⋮ Az$, transformable en l'acide dont la formule est indiscutable. M. Lespieau a récemment montré qu'on peut éviter la transformation du nitrile en opérant à basse température.

Comment expliquer cette transposition ; c'est bien simple. Un atome d'hydrogène du groupement méthénique dans $\underset{\delta}{CH^2}:\underset{\gamma}{CH}.\underset{\beta}{CH^2}.\underset{\alpha}{C} ⋮ Az$ passe du carbone β au carbone δ avec déplacement de la double liaison. Si nous examinons les conditions de stabilité dans ces deux corps, nous voyons que :

Dans la première formule, l'atome d'hydrogène est sollicité par deux forces que l'on pourrait dire de sens contraires : une émanant du groupement C ⋮ Az qui tend à le déplacer vers le carbone δ ; une autre émanant de $CH^2:CH.$ qui tend à le maintenir où il est. Il est donc en état d'équilibre instable ; nous savons déjà que la force 2 est plus faible que la force 1. Il y aura donc transposition sans la moindre influence étrangère.

Dans la formule 2, les deux actions négatives agissent dans le même sens ; il est donc tout naturel que l'état d'équilibre soit plus stable.

Remarquons que la forme stable présente les liaisons multiples rapprochées l'une de l'autre le plus possible.

2° *Acide cinnamylidène-acétique.* — Le second cas de transposition moléculaire envisagé ici a été observé par M. Dugoujon et moi, il y a quelque temps. Il s'agit de l'acide cinnamylidène-acétique : $C^6H^5.CH:CH.CH^2.COOH$ (1). Nous devions, par l'action de l'aldéhyde phénylacétique sur l'acide malonique en présence de pyridine, obtenir l'acide : $C^6H^5.CH^2.CH:CH.COOH$ (2) ; on obtient exclusivement l'acide (1). Il a été impossible d'isoler trace de l'acide (2) ; or, sa formation dans la réaction est forcée, au moins comme terme de passage. En effet, voici la série des réactions qui se produisent :

$$C^6H^5.CH^2.CHO + CH^2\begin{cases}COOH\\COOH\end{cases} = C^6H^5.CH^2.CHOH.CH\begin{cases}COOH\\COOH\end{cases}$$

$$= C^6H^5.CH^2.CH:C\begin{cases}COOH\\COOH\end{cases} + H^2O$$

$$= C^6H^5.CH^2.CH:CH.COOH + CO^2 = C^6H^5.CH:CH.CH^2.COOH.$$

L'aldolisation avec départ d'eau dans des cas semblables a déjà été observée nombre de fois et à 65° au plus dans les conditions de l'expérience ; il est impossible d'expliquer la réaction autrement. Le départ d'eau a bien lieu aussi comme il est écrit plus haut, sinon les deux carboxyles seraient stables. Ce n'est donc qu'après sa formation préliminaire que l'acide benzylidène-acrylique s'isomérise. La condensation exposée ici a lieu en présence de pyridine à une température ne dépassant pas 65°, c'est-à-dire dans des conditions telles que l'isomérisation n'aurait pas lieu si elle n'était pas le résultat direct de la stabilité des deux composés possibles.

Des considérations identiques aux précédentes sur les forces qui sollicitent l'hydrogène du groupement CH^2 pourraient être exposées avec détails, et nous voyons que c'est encore un cas où l'influence des radicaux négatifs entre en jeu au premier plan.

On peut, dans toutes ces migrations, faire la même remarque. Un atome d'hydrogène passe d'un atome de carbone à un autre atome polyvalent en position 3 par rapport à l'atome auquel initialement était rattaché l'hydrogène considéré.

Le mécanisme de la transposition apparaît toujours identiquement le même. Les schémas stéréochimiques permettent d'en donner très facilement une représentation graphique, qui nous fait comprendre ce mécanisme simple, je dirai même pénétrer le pourquoi de cette oscillation de l'hydrogène.

On a, pour expliquer ces faits, considérés comme anormaux, posé en principe que la formule, et par conséquent la disposition des atomes dans la molécule, tendait vers la forme symétrique, ou encore que le carbone s'accumulait vers le centre de la molécule.

Ces principes sont très empiriques, et il paraît beaucoup plus rationnel et plus vrai de dire que la forme d'énergie que nous désignons par le terme négativité tend à s'accumuler sur le même point.

Nous voyons ici des actions de même sens s'attirer, s'accumuler les unes près des autres, et ce n'est pas forcément dans des conditions de symétrie moléculaire. Le cas des éthers acétylcyanacétiques en est une preuve. Il serait bien facile d'en donner d'autres.

On peut faire ressortir encore que, si la théorie n'explique pas complètement, par exemple, la transposition du diazoamidobenzène $C^6H^5.Az:Az.AzH.C^6H^5$ en amidoazobenzène $C^6H^5.Az:Az.C^6H^4.AzH^2$, de l'hydrazobenzène $C^6H^5.AzH.AzH.C^6H^5$ en benzidine $AzH^2.C^6H^4.C^6H^4.AzH^2$, il y a toujours accumulation des radicaux négatifs l'un près de l'autre dans la forme la plus stable.

On voit que la théorie des radicaux négatifs, telle qu'elle prend figure actuellement, mérite d'attirer l'attention. Elle aura probablement le sort de toutes ses devancières : s'édifier lentement, être acceptée, puis disparaître. Qu'importe, si elle laisse après elle et des interprétations ingénieuses et des faits expérimentaux plus nombreux et mieux coordonnés.

Nous sommes encore loin des lois simples et définitives de la combinaison chimique ; mais cette théorie nous fait pénétrer plus profondément dans l'intimité des phénomènes moléculaires et contribue ainsi à élargir le cercle de nos connaissances.

Je rappellerai pour terminer les paroles d'un grand physicien français, Biot. Il avait espéré un instant fonder une théorie solide de la combinaison chimique sur l'étude des corps actifs sur la lumière polarisée et, n'ayant pu parvenir à son but, il en marquait la difficulté en ces termes :

« Ce sont des phénomènes près desquels ceux de la précession des équinoxes ne sont que des jeux d'enfants. Remonter de ces effets complexes aux lois simples des forces élémentaires qui les produisent semble être un problème mille fois plus difficile que celui que Newton a résolu. »

La pensée de Biot est toujours vraie[1].

E. Charon,
Chef de Travaux, Docteur ès Sciences à la Faculté des Sciences de Paris.

LES TICS

I. — Qu'est-ce qu'un tic.

Le mot *tic* n'est pas un intrus dans la langue médicale ; mais il n'y a pas longtemps qu'il lui est permis d'y figurer avec un sens précis. Avant de recevoir la consécration nosographique, il faisait partie du langage courant où il est né, semble-t-il, par germination spontanée. *Tic*, en effet, ce n'est pas autre chose, à l'origine, que l'écho verbal d'un choc léger, d'un déclanchement bref. On retrouve cette onomatopée sous la même forme dans toutes les langues. *Tic* évoque aussi l'idée de *répétition* : il figure dans *tic-tac*. Nul vocable, assurément, ne semble mieux adapté à son objet. Sa grande simplicité est encore un de ses avantages.

A l'usage, les acceptions du mot *tic* se sont généralisées dans le langage courant. Pour les connaître, posons à différentes personnes la question : Qu'est-ce qu'un tic ? — Un tic, dira la première, c'est un *geste rapide qui se répète involontairement*. — Un tic, répondra une seconde, c'est une *grimace familière* à certains individus. — Un tic, ajouteront les autres, c'est une *manière d'être bizarre*, — c'est une *mauvaise habitude*, — c'est une *petite manie*. — Et chacun de donner son exemple : cligner de l'œil, c'est un tic ; — hocher la tête, autre tic ; — c'est un tic que de friser perpétuellement sa moustache ; — c'est un tic que de ronger ses ongles... Telle ou telle habitude singulière, comme de chantonner, de siffloter, de balancer son corps, au cours de différentes occupations — voilà des tics ! Intercaler à profusion dans ses discours des locutions oiseuses, toujours les mêmes : « N'est-ce pas... savez-vous... vous concevez... etc. », — voilà encore d'autres espèces de tics !

Après une telle enquête, le mot *tic* apparaît comme servant à désigner une série de phénomènes qui n'ont entre eux que des analogies peu apparentes. Il ne semble donc guère convenir au langage scientifique, qui réclame avant tout de la précision. « Il importe, disait Broca, que chaque chose ait un nom, que chaque chose n'ait qu'un nom, et que ce nom ne désigne qu'une seule chose. » Le mot *tic* répond-il à ce désidératum ?

Pourquoi non ?... En l'employant dans des acceptions qui, en effet, semblent *a priori* fort diverses, le langage courant nous donne, au contraire, une excellente leçon de clinique ; car, à défaut

[1] Conférence faite au laboratoire de M. Haller, à la Sorbonne.

de connaissances scientifiques, le bon sens populaire se laisse souvent guider par un esprit d'observation dont le médecin ne doit pas faire fi. Et si nous entendons qualifier de *tics* des actes aussi différents que ceux-ci : cligner de l'œil, ronger ses ongles, siffloter, répéter les mêmes mots, etc., c'est bien parce qu'il existe entre tous ces actes des analogies qui ont sauté aux yeux de prime abord. C'est qu'on y retrouve certains caractères communs : *ils se répètent, toujours les mêmes, involontairement, inconsciemment;* ils sont *superflus, sans causes et sans buts*; bref, ce sont des *habitudes intempestives*, bizarres, incohérentes.

On employait souvent autrefois l'expression « tic d'habitude »; il faut bien croire qu'elle était justifiée, puisque aujourd'hui même on lit dans les ouvrages classiques que le tic est une *maladie de l'habitude*, — une *habitude morbide*, dit M. Brissaud.

Oui, assurément, l'*habitude* est la mère de tous les tics. Ce qui ne veut pas dire que l'habitude n'ait pas d'autres enfants : nous aurons l'occasion d'en signaler quelques-uns, qui ne méritent pas d'être baptisés *tics*. Retenons seulement pour l'instant que le bon sens populaire a parfaitement su reconnaître le lien de parenté qui unit une série d'actes, dissemblables en apparence, mais dépendant d'une même cause très générale, — la *répétition*, — et présentant comme caractère commun d'être *involontaires*, *intempestifs*, souvent *impérieux* et *difficiles à réprimer*, enfin témoignant d'une *bizarrerie* singulière chez ceux qui en sont atteints.

La langue scientifique, en empruntant le mot *tic* au vocabulaire journalier, n'a pas eu à le détourner de ce sens. Elle s'est contentée de restreindre ses applications. Elle a décidé de réserver le nom de *tics* aux seules *habitudes intempestives qui se manifestent par un phénomène convulsif*, du visage, du corps ou des membres : un clignement de l'œil, un haussement d'épaule, un hochement de tête, une brusque grimace, un cri bref, etc.

On est donc d'accord pour reconnaître que dans le tic les contractions musculaires ont un caractère *convulsif*. Au début, on disait couramment *tic convulsif;* mais on envisageait uniquement les convulsions de la *forme clonique*. Cependant, puisqu'on parle de *convulsion*, on doit entendre ce mot dans son sens le plus général, et tenir compte des deux formes principales que revêt la convulsion : la *forme clonique*, dans laquelle les contractions musculaires sont séparées par des intermittences de repos, et la *forme tonique*, dans laquelle les contractions se rapprochent tellement les unes des autres qu'il devient impossible de les distinguer et qu'il en résulte un état de *contraction forcée permanente*, ou, comme on dit, *tétaniforme*. C'est précisément le cas de certains tics. Assurément, les plus communs, tout au moins les mieux connus jusqu'à ces dernières années, sont les tics de forme clonique, — ces brèves grimaces aussitôt éteintes qu'allumées, ces brusques mouvements de la tête ou des membres qui se succèdent, entrecoupés de temps de repos, d'ailleurs très variables dans leur durée. Mais l'observation nous apprend que, chez un même sujet, suivant les jours, suivant les périodes de sa maladie, certains mouvements qui, aujourd'hui, sont séparés par des intervalles de calme très appréciables, apparaîtront demain très rapprochés et se rapprocheront encore davantage les jours suivants; ils finiront même, dans certains cas, par se confondre tellement les uns avec les autres que, si l'on ignore la première phase de ces accidents, il ne viendrait jamais à l'esprit qu'ils ne soient qu'une métamorphose des convulsions cloniques observées le premier jour : on se trouve, en effet, en présence d'une véritable *convulsion tonique*.

Exemple : Le *clignotement* exagéré des paupières est constitué par une succession de contractions musculaires qui se répètent à intervalles plus ou moins rapprochés, mais suffisamment éloignés pour que chaque mouvement soit distinct des autres. C'est évidemment un *tic clonique*. Au contraire, certain *clignement*, qui nécessite une contraction musculaire forte et prolongée, et qui dure souvent un temps assez long, devra être considéré comme un *tic tonique*. Or, on peut voir ces deux formes se succéder chez le même sujet, à quelques semaines d'intervalle.

Eh bien! lorsque l'on assiste chez un même malade à une transformation de ce genre, doit-on dire qu'il est atteint de deux maladies différentes? Faut-il le qualifier de *tiqueur* pendant la phase clonique de son affection, et lui refuser cette dénomination pendant la phase tonique? — La clinique ne permet qu'une réponse : il est nécessaire d'envisager, à côté des tics cloniques, que chacun connaît, des *tics de forme tonique*, qui ne sont souvent que des métamorphoses des précédents, qui, d'ailleurs, reconnaissent même origine, même pathogénie, qui, enfin, sont influencés par les mêmes interventions thérapeutiques [1].

Peut-être eût-il été préférable d'employer un vocable nouveau pour désigner ces accidents toniques. Celui de *myotonie* semblait tout indiqué; mais, comme celui de *myoclonie*, il expose à la confusion. On l'applique, en effet, à une foule d'affections dans lesquelles le *tonus* ou le *clonus* musculaires sont exagérés et qui ne semblent pas

[1] Henry Meige et E. Feindel : *Les tics et leur traitement*. 1 vol. Masson, 1902.

appartenir toutes à la même catégorie de troubles nerveux. Au lieu de créer un mot nouveau, mieux valait utiliser celui de *tic*, qui attire l'attention sur les liens de parenté des phénomènes toniques en question avec les tics cloniques déjà connus.

Il existe dans la langue psychiatrique un autre mot dont nous aurons l'occasion de nous servir : c'est celui de *stéréotypie*. On décrit des *stéréotypies du mouvement* et des *stéréotypies de l'attitude*. Une distinction s'impose entre les tics et les stéréotypies, d'autant plus qu'il s'agit, dans les deux cas, d'accidents reconnaissant mêmes causes et même genèse, justiciables du même traitement. Rien de plus simple : une différence capitale permet d'opérer objectivement la distinction. Dans la stéréotypie, il s'agit de gestes ou d'attitudes dans lesquels les contractions musculaires n'ont rien d'anormal en soi. Gestes ou attitudes sont bien involontaires, répétés à l'excès et hors de tout propos; mais le phénomène moteur ne diffère pas de ce qu'il serait si le geste ou l'attitude étaient volontaires et logiques. En d'autres termes, *il ne s'agit pas d'un phénomène convulsif.*

Sans doute, dans la pratique, tous les intermédiaires existent entre un tic véritable et une stéréotypie. Mais on ne saurait ranger parmi les tics une foule d'*habitudes motrices intempestives*, auxquelles on donne souvent ce nom. Par exemple, l'*onychophagie*, l'acte de ronger ses ongles, est plus proprement une stéréotypie, manifestation motrice automatique, à la vérité inopportune et déplacée, mais qui n'a rien de convulsif.

Chez certaines personnes, on constate une disposition anormale, comme une sorte de chute, de l'une des paupières, — de *ptosis*, dit-on, — qui, d'ailleurs, cesse aussitôt que le sujet y porte son attention, qui se produit sans qu'on puisse constater la moindre paralysie ni sans qu'il y ait contraction exagérée, autrement dit convulsion, de l'orbiculaire. Donnera-t-on à ce phénomène le nom de tic? — Certainement non; il méritera, au contraire, le nom de *stéréotypie palpébrale*. Et les exemples en sont assez fréquents.

Ces considérations terminologiques ne sont pas superflues; elles permettent de délimiter avec plus de précision la place du tic en nosographie.

Une dernière distinction de mots est d'importance capitale : je veux parler de la différence qu'il est indispensable d'établir entre le *tic* et le *spasme*.

C'est à M. Brissaud que nous devons d'avoir nettement délimité le domaine du spasme : « Le *spasme*, dit-il, est le résultat d'une irritation subite et passagère d'un des points d'un arc réflexe »; c'est un acte réflexe dont le *centre* est spinal ou bulbo-spinal[1].

L'épine irritative peut siéger sur la voie centrifuge, sur le centre réflexe lui-même, ou sur la voie centripète, peu importe. Ainsi, l'affection improprement connue sous le nom de *tic douloureux de la face* n'est pas un tic, mais bien un *spasme*, un spasme dans lequel l'épine irritative siège sur la voie sensitive, centripète, le trijumeau.

Le *spasme facial*, indolore, est, lui aussi, un *spasme*, dans lequel l'irritation porte, soit sur la voie motrice, soit sur le centre bulbo-protubérantiel du nerf de la VIIe paire, le facial.

Dans l'un ou l'autre cas, il s'agit d'un phénomène réflexe, auquel les centres supérieurs, ceux de l'écorce cérébrale, en particulier, ne prennent aucune part, et dont la cause provocatrice est une irritation localisée.

Tout au contraire, dans le *tic*, les réactions motrices témoignent d'une participation, à un moment donné, des interventions corticales. Il s'agit, en d'autres termes, d'un acte *psycho-réflexe*.

Le tic est, proprement, *un trouble psycho-moteur*. C'est un *trouble moteur*, puisque le phénomène objectif présente les caractères d'une *convulsion*, — trouble de la contraction musculaire. Et l'on peut déjà entrevoir que c'est aussi un *trouble psychique*, puisque l'acte est inopportun, illogique, absurde. C'est donc bien un *trouble psycho-moteur*.

Tout de suite, ajoutons qu'une des causes nécessaires à l'installation d'un tic est une disposition psychique spéciale, qui se traduit par un *contrôle insuffisant des actes moteurs*. Une débilité particulière du pouvoir inhibiteur de la volonté, une certaine impuissance à exercer la surveillance nécessaire à la juste mesure et à la répartition pondérée de certains actes, voilà quel est l'apanage mental propre aux tiqueurs. Nous en verrons bientôt la preuve.

II. — Comment naît un tic.

La première manifestation d'un tic est, le plus souvent, un geste volontaire, adapté à un but défini, et pour la production duquel une intervention des centres nerveux les plus élevés, de ceux qui régissent nos actes volontaires, est nécessaire.

Il est presque toujours possible de retrouver la cause provocatrice d'un tic, et, corollairement, l'explication de la réaction motrice qui fut, à l'origine, la réponse volontaire du sujet à cette provocation. Souvent, avec le temps, le mouvement pri-

[1] Brissaud : *Leçons sur les Maladies nerveuses*. La Salpêtrière, 1893-94.

mitif se défigure; en l'analysant avec soin, on arrive pourtant à reconnaître ses traits essentiels dans la « carricature », comme disait Charcot, qu'en a fait le tiqueur.

Exemple : Un enfant de douze ans, élevé jusqu'alors dans sa famille, fut envoyé au lycée. Pour porter son bagage d'écolier, il mit sur son dos un petit sac, pareil à ceux des soldats, maintenu par deux courroies passant sur les épaules. Le premier jour, la pression de ces deux courroies détermina une certaine gêne, à peine douloureuse, que l'enfant, cependant, essaya d'atténuer en relevant de temps en temps l'une des épaules; il s'aperçut que ce geste répondait à son but et, chaque fois qu'il sentait la pression augmenter d'un côté, il soulevait l'épaule du côté opposé. Il se trouva que l'épaule droite était plus comprimée que la gauche; l'enfant prit ainsi l'habitude de soulever plus souvent l'épaule gauche. D'abord, il ne fit ce geste que lorsqu'il portait son sac. Peu à peu, il continua à le faire quelques instants après avoir quitté ce dernier, la sensation de gêne persistant encore; bientôt, le haussement de l'épaule gauche se répéta toute la journée, alors qu'il n'existait plus aucune gêne locale. Ainsi naquit un *tic de haussement*, lequel, d'ailleurs, fut facile à guérir.

Ici donc, un geste initial, parfaitement logique, déterminé par une cause précise et tendant à un but précis, se répétant quotidiennement, a engendré peu à peu une habitude motrice, d'apparence convulsive, involontaire, automatique, sans but ni raison, qu'un contrôle insuffisant des actes moteurs a laissé s'installer : c'était un tic.

Sans doute, il n'est pas toujours possible de reconstituer aussi exactement la genèse de tous les tics. La cause provocatrice échappe quelquefois; quand le tic est de date ancienne, le sujet l'a souvent oubliée; même, elle a pu lui échapper complètement. Mais, au demeurant, la pathogénie du tic varie peu.

Dans certains cas, cependant, le mouvement initial, qui plus tard se transformera en tic, se produit indépendamment de la volonté du sujet :

Une escarbille entre sous la paupière. Brusquement, celle-ci se ferme. Ce n'est là qu'un réflexe simple, s'effectuant sans le concours de l'écorce cérébrale. C'est donc un *spasme*. L'escarbille disparaît, mais la conjonctive reste irritée et le clignotement persiste; c'est encore un spasme. Si la cause irritative et l'irritation n'existent plus, avec elles doit disparaître aussi le mouvement *spasmodique*. Or, il arrive parfois que, quand même, le clignotement se répète, et se répète encore. Qu'est-ce que cette bizarrerie? — Ce peut être un tic.

En quoi consiste donc ici le rôle des centres supérieurs? Ne semblent-ils pas être restés complètement étrangers à la manifestation motrice? Oui, tant que le corps étranger n'a fait que provoquer un simple réflexe. Mais la cause irritative disparue, ces centres ont pu intervenir à leur tour, pour commander la reprise du geste. Et si l'on ne retrouve pas toujours la preuve de cette intervention, du moins doit-on reconnaître que la persistance de l'acte inopportun témoigne encore d'une imperfection des centres frénateurs, autrement dit du pouvoir inhibiteur de la volonté, qui s'est trouvée impuissante à réprimer un geste intempestif.

Ainsi, *un tic peut succéder à un spasme*. Et il n'est pas douteux que, dans bien des cas, une réaction motrice franchement *spasmodique* peut déterminer la forme et la localisation d'un tic.

Un tic peut aussi naître d'une *idée*.

Sous l'influence d'une *idée*, j'exécute un mouvement : c'est un *acte psycho-moteur*. La même idée, reparaissant, engendre le même mouvement, l'acte psycho-moteur se répète. Par cette répétition, il acquiert chaque jour plus de facilité à se répéter encore; peu à peu même, il se répète si aisément qu'il devient un *acte automatique*, pouvant se passer de l'intervention idéative pour se reproduire. C'est là le fait de toute *éducation*, basée elle-même sur la *répétition* d'un même acte, autrement dit sur l'*habitude*. De volontaire qu'il était au début, l'acte devient donc automatique à force d'être répété. Est-ce un tic? — Non, si cet acte est exécuté correctement, sans excès dans sa forme, et s'il demeure adapté à son but. Mais, s'il vient à se reproduire *sans cause et sans but*, si par surcroit il subit dans sa *forme* des modifications excessives, s'il est à la fois *exagéré* et *intempestif*, alors vraiment il représente un acte psycho-moteur anormal, un *trouble psycho-moteur* : c'est donc encore *un tic*.

En somme, on le voit, si la cause première d'un tic est variable, le mécanisme pathogénique reste le même. Cette cause provocatrice est, le plus souvent, une sensation anormale, une gêne, une légère douleur, que le sujet cherche à atténuer par un geste approprié, — ou bien c'est d'une idée qu'est issu le mouvement initial.

Cause extérieure ou idée venant à disparaître, le geste disparaît également chez l'individu normal. Chez le tiqueur, on le voit persister. Cette anomalie est précisément la conséquence d'une imperfection mentale.

Car le candidat aux tics est un déséquilibré. Une vive souffrance peut le laisser indifférent. Par contre, une minime douleur, une simple gêne, le préoccuperont à l'extrême. Pour s'en débarrasser, il aura

recours à toutes sortes d'inventions singulières; il adoptera les gestes ou les positions les plus bizarres. De là, des mouvements, des attitudes étranges, graines de tics toutes prêtes à germer, si le terrain est approprié.

Eviter une sensation anormale : tel est bien le premier but d'un grand nombre de ces réactions motrices, incontestablement commandées par les centres supérieurs. Mais ce n'est pas tout. La sensation anormale ayant disparu, le tiqueur n'est pas débarrassé de son malaise : il redoute de l'éprouver à nouveau; il veut s'assurer de son absence; il va à se recherche; s'ingénie à le retrouver, et, pour y parvenir, il multiplie les gestes ou les attitudes bizarres, jusqu'à ce qu'il soit arrivé à ses fins : éprouver de nouveau la sensation anormale. Cela devient chez lui un *besoin*, impérieux, irrésistible. Et, de même qu'au début il ressentait une satisfaction lorsqu'il était parvenu à éviter la gêne ou la douleur, de même, maintenant, il n'est satisfait que lorsqu'il a refait le geste qui le soulageait autrefois, bien qu'en vérité il ne soit plus de saison aujourd'hui.

La *destination intempestive* de ce geste, sa *répétition à outrance*, trahissent, à n'en pas douter, un certain *déséquilibre mental*, sans lequel il n'existerait pas de tiqueurs.

III. — L'ÉTAT MENTAL DES TIQUEURS.

Il n'est guère, en effet, de tiqueurs chez qui l'on ne puisse constater des bizarreries mentales, et l'on peut dire que, psychiquement, ils sont tous des anormaux. Je sais bien que, lorsqu'il s'agit de singularités psychiques légères, le départ entre ce qui est normal et ce qui ne l'est pas est toujours chose fort délicate. Si mon voisin ne pense pas, n'agit pas comme moi, dans les mêmes circonstances, lequel de lui ou de moi mérite le qualificatif d'anormal?... Nous sommes toujours enclins à accuser autrui, nous réservant pour nous la meilleure part. L'équilibre mental parfait est donc difficile à définir. On arrive cependant à s'entendre sur le déséquilibre mental. Et il est certain que les tiqueurs en donnent des preuves unanimement reconnues. Faut-il entendre par là qu'il existe chez eux un trouble psychique spécial, que l'on n'observe pas chez les autres psychopathes? — Assurément non. Les mêmes particularités psychiques se rencontrent encore chez une foule d'individus, chez tous ceux qu'on englobe dans la vaste famille des *dégénérés*, — famille immense en vérité, car il suffit d'une bien minime bizarrerie mentale pour mériter d'en faire partie, et, par contre, de bien graves manifestations vésaniques sont rattachées également à la dégénérescence.

Sans parler de ces dernières, je rappellerai seulement qu'on retrouve chez les tiqueurs toutes les mêmes preuves de déséquilibre psychique qui ont été minutieusement analysées chez les dégénérés; c'est ainsi qu'on rencontre chez eux des manifestations par excès ou par défaut de la volonté et de l'émotivité. Leur *volonté* surtout est singulièrement fragile et instable; ils ne sont pas capables de vouloir beaucoup, ni pour longtemps; d'où l'on infère avec raison que les interventions des centres supérieurs sont, chez eux, inconstantes, faibles et éphémères. Leur capacité d'attention est très atténuée; de là une légèreté, une versatilité, qui rappellent vraiment la mentalité de l'enfance.

C'est pour caractériser cet état psychique que j'ai déjà employé fréquemment le mot d'*infantilisme mental*[1]. Il a pu surprendre, lorsqu'il était appliqué à des sujets notoirement connus par une intelligence et des facultés d'assimilation remarquables. Je crois cependant que ce mot répond bien à son objet.

Si l'on observe l'évolution de l'esprit chez les enfants, on s'aperçoit aisément que cette évolution est infiniment variable suivant les sujets. Tel reste par l'esprit plus jeune que son âge, tel autre se montre plus avancé prématurément. Il est des adolescents de quinze ans qui conservent la tournure d'esprit d'enfants de huit à dix ans. Il ne manque pas d'adultes chez lesquels on peut constater de semblables retards.

Et de même au physique. Ne rencontrons-nous pas à chaque instant des sujets qui, par leur corps, sont en retard ou en avance de plusieurs années sur leur âge réel?... Le proverbe a raison : « On n'a jamais que l'âge que l'on paraît avoir ».

Eh bien! chez les tiqueurs, rien n'est plus fréquent que de constater un retard, parfois considérable, du développement mental par rapport à l'âge réel du sujet. Que de fois j'ai entendu dire en parlant de l'un d'eux : « C'est extraordinaire comme il est resté jeune de caractère! » On voit des garçons de quinze ans, des adultes même, s'amuser encore aux jeux des bébés de six ans; ils ont la même légèreté d'esprit, la même insouciance, ils rient ou pleurent pour des niaiseries; parfois, ils ont des colères ou des élans de tendresse vraiment *enfantins*. Ce qui ne les empêche pas de donner, par ailleurs, des témoignages brillants d'une intelligence vive, d'une imagination primesautière, d'un raisonnement fort sensé. Mais ils donnent aussi à profusion des preuves de leur légèreté, de leur versatilité, de leur enfantillage, d'autant plus déconcertantes que le sujet est plus âgé. Cet *infantilisme mental* appartient à tous les tiqueurs.

[1] HENRY MEIGE : Histoire d'un tiqueur. *Journ. de Méd. et de Chir. pratiques*, 25 août 1901.

Est-ce à dire qu'il leur soit propre? Non, assurément. La plupart des dégénérés méritent le même qualificatif mental. Mais cette constatation, chez les tiqueurs, a une certaine importance. Elle implique, en effet, l'existence d'un *retard ou d'un arrêt dans le développement de certaines fonctions psychiques.*

De la même façon que nous avons décrit un *infantilisme physique*[1] caractérisé par la persistance, chez l'adulte, d'une conformation extérieure propre à l'enfant, de la même façon on peut donner le nom d'*infantilisme mental* à la persistance de certains caractères de l'esprit appartenant à l'enfance, comme la légèreté, la versatilité, une émotivité aux manifestations excessives, mais extrêmement fugaces, qui normalement s'atténuent jusqu'à disparaître chez l'individu suivant une évolution normale.

Et, de même encore que les anomalies du développement corporel ne portent pas sur tous les appareils, de même aussi les différentes fonctions psychiques ne se trouvent pas retardées simultanément. On voit des individus chez qui l'accroissement de la taille se fait avec une rapidité excessive, tandis qu'au contraire chez eux les transformations cutanées ou pileuses ne s'opèrent que très tardivement. On voit aussi des sujets chez qui la mémoire, l'intelligence, deviennent rapidement très brillantes, tandis que leur capacité d'attention, leur volonté demeurent, la vie durant, quasi enfantines. Si l'on comprend ainsi l'infantilisme mental, on reconnaîtra certainement qu'il est particulièrement fréquent chez les tiqueurs.

Pour ce qui est des autres singularités psychiques qu'on observe chez eux, assurément il n'en est guère que l'on puisse considérer comme caractéristiques. Cependant, il faut faire exception pour une tendance toute spéciale aux *impulsions* et aux *obsessions*. Ce qui, d'ailleurs, s'accorde à merveille avec l'infantilisme mental.

Lorsqu'un sujet est incapable de fixer son esprit pendant un certain temps sur un même point, lorsqu'il « papillonne » incessamment d'un sujet ou d'une occupation à l'autre, lorsqu'il n'apporte au contrôle de ses pensées ou de ses actes qu'une attention capricieuse, il est beaucoup plus exposé à voir s'installer dans son esprit une idée prévalente, l'*idée fixe*, contre laquelle il se trouve désarmé, et qui bientôt vient dominer toutes les autres. Parmi les déséquilibrés où se recrutent les tiqueurs, on rencontre un grand nombre d'obsédés.

Et il existe entre le tic et l'obsession des affinités fort étroites, que MM. Pitres et Régis[1] ont particulièrement étudiées. Tantôt l'idée obsédante engendre le tic; tantôt, au contraire, un tic devient lui-même l'origine d'une obsession. Dans l'un ou l'autre cas, on voit combien est grande la part qui revient au trouble mental, et combien il est juste de considérer le tic comme un trouble psycho-moteur.

En dehors d'une prédisposition psychique qui n'est véritablement pas douteuse, d'autres *facteurs étiologiques* viennent favoriser l'éclosion des tics.

Il est presque superflu de dire que l'*hérédité* joue ici un rôle capital, comme dans toutes les manifestations de la dégénérescence. L'hérédité peut être similaire; le cas est très fréquent : il y a des familles de tiqueurs. Mais ce peut être l'hérédité névropathique sous tous ses modes : névroses, psychoses de toutes sortes.

L'*imitation* joue aussi un rôle très important, et l'on peut se demander souvent si ce n'est pas à l'imitation, bien plus qu'à l'hérédité, qu'il convient d'attribuer la véritable importance étiologique.

Il faut aussi tenir le plus grand compte de l'*éducation*. Les parents des tiqueurs ou leur entourage sont souvent responsables des tics de leur progéniture. Je suis convaincu qu'une surveillance attentive exercée sur les jeunes candidats aux tics parviendrait à enrayer chez eux presque toutes les manifestations de ce genre; et voilà en quoi le rôle étiologique de l'éducation, de la mauvaise éducation, est si important. Que de parents consacrent des efforts considérables à donner à leurs enfants certaines habitudes de politesse ou de bienséance conventionnelles, tandis qu'ils négligent d'enrayer chez eux une foule d'habitudes motrices intempestives, parmi lesquelles figurent au premier chef les tics. On dit, et l'on répète communément, qu'il est dangereux d'attirer l'attention d'un enfant sur son tic. Quelle hérésie! Tout au contraire, il importe de rappeler le petit tiqueur à l'ordre, aussi souvent qu'il est nécessaire. Nombre de tics de l'enfance peuvent être aussi facilement corrigés que certaines habitudes malséantes, comme de renifler, de faire du bruit en mangeant, de se tenir mal ou de marcher mal.

Ce n'est, je le répète, qu'une question d'éducation. Et, à cet égard, ce sont souvent les parents eux-mêmes qu'il conviendrait d'éduquer. Un des premiers devoirs du médecin, lorsqu'il s'agit de soigner un tic du jeune âge, est de commencer par bien faire entendre aux parents l'importance et la direction de leur rôle d'éducateurs. Souvent on y réussit. Souvent aussi l'on échoue. Dans ce cas là,

[1] Henry Meige : L'Infantilisme, le Féminisme, etc. *L'Anthropologie*, t. IV, 1893.

[1] Pitre et Régis : *Les obsessions et les impulsions*. Paris, Doin, 1902

on s'aperçoit bien vite que les parents eux-mêmes présentent les mêmes défectuosités psychiques, le même infantilisme mental, qui, non seulement favorisent l'éclosion d'un tic chez celui qui en est menacé, mais aussi chez ceux qui sont chargés de sa surveillance.

IV. — La fonction tic.

Le tic, dit-on, est un *trouble fonctionnel*. Rien de plus exact. Et ce qualificatif va encore nous arrêter quelques instants.

Le terme de *fonction* est très compréhensif. Dans la langue scientifique, aussi bien que dans le langage courant, on l'emploie pour désigner des phénomènes extrêmement divers en apparence, mais qui présentent tous un certain nombre de caractères communs. La respiration, la circulation sont des fonctions; la locomotion, la mastication sont des fonctions; on dit aussi que l'écriture est une fonction. Bien plus, le mot s'étend dans la vie sociale pour désigner certaines occupations de l'individu utiles à la société. Existe-t-il des caractères communs à toutes ces fonctions? — Oui, et il en est un qui nous frappe immédiatement, car déjà nous l'avons signalé : c'est encore la *répétition*. Dans la respiration, dans la circulation, un rythme régulier préside à l'exécution de la fonction. Dans la marche, dans la mastication, c'est encore un mouvement qui se reproduit, toujours le même, sauf les variantes que certains accidents imprévus viennent y apporter. Enfin, dans la vie sociale, ne se représente-t-on pas un bon « fonctionnaire » comme faisant toujours les mêmes choses aux mêmes heures? La répétition d'un même acte conduit donc à le considérer comme un acte fonctionnel. Un tic, à cet égard, est donc bien un acte fonctionnel.

Mais, dans toute fonction, il y a plus encore : c'est, d'abord, le *besoin*, qui précède l'exécution de la fonction, besoin qui se montre d'une évidence et parfois d'une impériosité indiscutables : témoin, la *miction*. La *nictitation*, fonction elle aussi, est précédée d'un besoin, qui peut passer inaperçu à l'état normal, mais qui devient très évident si, pour une raison quelconque, l'œil cesse d'être humecté par le battement régulier des paupières.

Car l'importance de ce besoin apparaît surtout lorsqu'il n'est pas satisfait, lorsque l'acte fonctionnel qu'il précède est retardé. Par contre, l'accomplissement d'une fonction est suivie d'une *satisfaction* véritable.

Eh bien! A cet égard encore, les tics sont bien des actes *fonctionnels*[1]. On y retrouve, poussés même à l'excès, le *besoin prémonitoire* et la *satisfaction consécutive*, surtout lorsque le tic s'accompagne de phénomènes obsédants. Commandez à un tiqueur de se contenir un instant : son besoin de tiquer deviendra de plus en plus impérieux. Et, dès que vous lui permettrez de cesser de se contenir, il tiquera copieusement, et il en éprouvera une satisfaction extrême. Le tic participe donc bien aux caractères des actes fonctionnels. Mais je m'empresse d'ajouter qu'il représente un acte fonctionnel anormal. D'abord, *la répétition de l'acte se fait avec excès*. Dans une fonction normale, les mouvements qui concourent à son exécution sont soumis à une loi biologique générale, la *loi du moindre effort*. Si nos paupières battent pour humecter notre œil, les contractions palpébrales sont proportionnées au but proposé. Au contraire, dans le *tic de clignotement*, les paupières battent beaucoup plus souvent, ou beaucoup plus fort, qu'il ne serait nécessaire pour assurer la nictitation. *Le tiqueur déroge donc à la loi du moindre effort*. Si l'acte qu'il exécute est bien un acte fonctionnel, c'est un *acte fonctionnel anormal*, par excès de l'intensité, de la fréquence ou de l'amplitude des mouvements accomplis.

De la même façon, le *besoin* est exagéré chez le tiqueur. Ce besoin apparaît extrêmement impérieux, inévitable, alors qu'il pourrait être réprimé ou retardé, non seulement sans préjudice, mais encore avec avantage.

Enfin, les tics ne sont pas seulement des perturbations d'actes fonctionnels communs à tous les individus. Il en est qui représentent des fonctions nouvelles, imprévues, superflues, absurdes et souvent même nuisibles, *fonctions parasites*, où il est possible de retrouver des caractères communs aux actes fonctionnels normaux, mais dont l'inutilité, l'intempestivité, la nocivité même, témoignent encore une fois d'une insuffisance du contrôle de la raison.

V. — De quelques variétés de tics.

Les *localisations des tics* sont innombrables. Tous les muscles de l'économie peuvent être le siège d'un tic; et tous ces muscles pouvant se combiner entre eux d'un nombre infini de façons, on comprend que les variétés de tics soit elles-mêmes infinies. Il n'y aurait, d'ailleurs, qu'un intérêt relatif à passer en revue toutes les variétés de tics connues jusqu'à ce jour. On serait certain, en effet, de laisser de côté une foule de tics qui peuvent être observés ultérieurement. Je me contenterai donc de passer brièvement en revue les principales localisations.

La *face* est, assurément, de tous les points du

[1] Henry Meige : Tic et fonction. *Revue neurologique*, 1902, p. 383.

corps, le lieu de prédilection des tics. D'abord, c'est là qu'ils sont le plus apparents ; ensuite, la multiplicité des muscles faciaux et la diversité de leurs fonctions prêtent à un plus grand nombre de combinaisons fonctionnelles.

Les muscles de la face ont, en effet, des fonctions multiples. Ils servent à l'accomplissement d'actes essentiellement vitaux, comme la mastication, la respiration, la nictitation. Ils servent, en outre, à traduire les émotions, les sentiments, ce qu'on appelle les « états d'âme ». C'est à la face que la *fonction mimique* est assurément le plus développée. Pour toutes ces raisons, la face peut être considérée *a priori* comme un siège de prédilection des tics ; c'est bien ce que confirme l'observation.

Ici, comme ailleurs, le « mouvement nerveux » par lequel le tic se révèle peut porter sur un ou sur plusieurs muscles. Exemple : le *tic de clignotement*, qui ne porte que sur le muscle orbiculaire des paupières, parfois même d'un seul côté, mais le plus souvent sur les deux. Autre exemple : les *tics de rire* ou *de pleurer*, qui représentent des caricatures d'un acte mimique normal, le rire ou le pleurer, et qui mettent en jeu les muscles orbiculaires des paupières et des lèvres, les muscles du nez, les zygomatiques, etc... ; enfin, le *tic de reniflement*, dans lequel on voit s'associer les muscles du nez, du voile du palais et les muscles inspirateurs, le diaphragme en particulier.

Dans les deux premiers cas, les muscles qui entrent en jeu sont innervés par un même nerf, le facial ; dans le second, d'autres nerfs participent au mouvement : le spinal, le phrénique, etc. D'une façon générale, lorsque les tics de la face portent sur plusieurs muscles recevant toute leur innervation de la septième paire, il est bien rare qu'on ne voie pas s'y ajouter les contractions d'autres muscles recevant leur innervation de sources différentes. C'est là un élément de diagnostic important, entre deux affections souvent confondues l'une avec l'autre, mais essentiellement dissemblables par leur nature, leur cause, et aussi par leur manifestation objective, je veux parler du *tic facial* et du *spasme facial*.

Je me suis tout spécialement efforcé de mettre en évidence les différences cliniques objectives qui permettent de faire le diagnostic de ces deux affections[1]. Il serait peut-être excessif de dire que rien ne ressemble moins à un tic facial qu'un spasme facial, et cependant, dans la majorité des cas, ce diagnostic est de ceux qui, comme on dit, « sautent aux yeux ». Il est bon d'en rappeler en deux mots les grandes lignes.

Dans le *spasme facial*, les muscles qui entrent en jeu sont, et ne sont que des muscles tributaires du nerf facial, en particulier tous les peauciers de la face et du cou ; par conséquent, ni l'œil ni la langue ne présentent de mouvements anormaux. De plus, l'affection est, dans l'immense majorité des cas, franchement unilatérale. Il se peut qu'au moment des grandes crises, l'excitation réflexe se propage à quelques muscles du côté opposé : c'est l'exception. Dans le *tic facial*, au contraire, dans le *tic mimique* surtout, les deux moitiés de la face entrent en jeu, à des degrés divers peut-être, mais il est bien rare que les contractions soient absolument dimidiées.

Dans le *spasme facial*, les contractions se produisent en suivant une marche progressivement croissante en intensité et en étendue. Par exemple, on voit d'abord l'orbiculaire se contracter, puis le zygomatique, puis le peaucier du cou ; et ces contractions, légères d'abord, deviennent peu à peu de plus en plus fortes et de plus en plus fréquentes, pour aboutir à une sorte de tétanisation de toute une moitié du visage, réalisant ainsi une espèce de contracture, sur laquelle il est fréquent de voir se produire de petits frémissements, et que, pour cette raison, nous avons proposé de désigner sous le nom de *contracture frémissante*. Rien de pareil dans le *tic facial :* la secousse musculaire se produit instantanément dans tous les muscles qui doivent entrer en jeu ; elle atteint d'emblée son maximum, et elle disparaît avec la même rapidité, quitte à reparaître quelques instants plus tard ; en outre, on ne voit jamais se produire cet état de concontracture frémissante qui semble le propre du spasme facial.

Enfin, un autre caractère diagnostique de très grande importance, c'est que, dans les spasmes, quels que soient les efforts d'attention, de volonté du sujet, quelles que soient ses distractions, quelles que soient les pressions exercées sur la région spasmodique, lorsque l'accès a commencé, il faut qu'il se continue avec l'inexorable fatalité d'un réflexe simple. Dans le tic, au contraire, les interventions psychiques, la surprise, l'attention, l'émotion, un effort de volonté le plus souvent, et aussi un contact minuscule, une pression insignifiante, suffisent généralement à arrêter, — pour un temps plus ou moins long, mais à arrêter, — le phénomène convulsif.

Je passe sur d'autres éléments de diagnostic qui viennent s'ajouter à ceux-ci, en particulier sur ce fait que *les tics ne se produisent jamais pendant le sommeil*. Et je répète qu'en vérité, il ne me paraît guère possible de confondre un spasme avec un tic de la face, en se basant sur des signes cliniques objectifs. L'importance de ce diagnostic est grande,

[1] Le spasme facial. *Revue neurologique*, 30 oct. 1903.

car il en découle un pronostic et une thérapeutique essentiellement différents suivant les cas.

Les *tics des yeux* méritent une attention particulière; *clignotements* et *clignements* sont très fréquents. On peut en rapprocher un certain nombre d'affections oculaires, qui, si elles ne méritent pas précisément le nom de tics, appartiennent sans contredit à la même catégorie de troubles fonctionnels, et sont justiciables du même traitement. Le tic peut porter, en même temps que sur l'orbiculaire des paupières, sur l'un quelconque des muscles moteurs de l'œil. Il n'est pas rare de voir un sujet, atteint d'un tic de clignotement, faire en même temps un mouvement de l'œil, soit en dedans, soit en dehors. Ces tics du globe oculaire peuvent même exister sans que les paupières entrent en jeu, et il y a lieu d'en rapprocher certaines oscillations rapides, — *nystagmiformes*, — dont on ne peut trouver l'explication dans une lésion quelconque des noyaux ni des nerfs moteurs de l'œil. Beaucoup de ces *nystagmus* de cause inconnue et introuvable ne sont, sans doute, que des habitudes fonctionnelles anormales. Et de même certains *strabismes*.

Bien plus, il me paraît très vraisemblable que certains mouvements de l'iris et du cristallin peuvent être rattachés, non pas à des lésions matérielles, mais à des troubles de la fonction irienne ou de l'accommodation, comme la *micropsie* ou la *mégalopsie*[1].

Il n'y a rien d'excessif à qualifier de tics ces accidents, puisqu'ils paraissent bien répondre à des habitudes fonctionnelles anormales, qui se traduisent par des phénomènes moteurs se répétant avec une apparence convulsive, et sur lesquelles les interventions corticales ont un effet inhibiteur non douteux. On peut décrire de même des *tics de l'oreille* externe (pavillon) ou interne, se traduisant par des bourdonnements ou des bruits variés.

Après les yeux, les *lèvres* sont, à la face, le siège de prédilection des tics. Il est presque impossible d'énumérer toutes les variétés des mouvements anormaux dont les lèvres peuvent être le siège; on y constate surtout des tics cloniques, mais les tics toniques des lèvres ne sont pas inconnus. Certains sujets font un *tic tonique de pincement des lèvres* tout à fait comparable aux tics de clignement des paupières. Les *stéréotypies labiales* sont aussi fort nombreuses. De ce nombre est la *cheilophagie*, qui est presque aussi fréquente que l'onychophagie[2]. Ce ne sont point des tics, à proprement parler, mais plutôt des habitudes morbides de manger ses lèvres ou ses ongles.

Une remarque à ce propos. Tics, habitudes morbides ou stéréotypies tendent à se localiser de préférence dans les régions du corps où les terminaisons sensitives sont plus particulièrement abondantes et délicates, comme les yeux, les lèvres, les ongles. La grande richesse des filets sensitifs dans ces régions multiplie les causes d'incitation. *La répétition des incitations entraîne la répétition des réactions motrices*; par là se trouve facilitée l'installation d'un geste anormal. Et s'il s'agit d'un prédisposé, celui-ci a de grandes chances pour ne pouvoir échapper à l'une quelconque de ces habitudes morbides. Ainsi s'explique le grand nombre d'*onychophages*, de *cheilophages*, de *clignoteurs* qu'on observe chez les dégénérés en général, et chez les tiqueurs en particulier.

Les *tics du nez* ne sont pas rares; mais ils sont rarement isolés et font le plus souvent partie de *tics respiratoires*, comme par exemple le *tic de reniflement*, si fréquent chez les enfants, et même chez les adultes. Sa cause est presque toujours un coryza ou une excoriation nasale, qui ont été l'origine d'une contraction des muscles canins ou élévateurs des ailes du nez, accompagnés d'une contraction diaphragmatique ou des muscles expirateurs.

On trouve aussi des tics des muscles masticateurs : sous la forme clonique, — ils sont alors caractérisés par des mouvements de *mastication* ou de diduction intempestifs, — et très souvent aussi sous la *forme tonique*, réalisant ainsi une sorte de contraction permanente des mâchoires, à laquelle on a donné le nom de *trismus mental*, et qu'on n'observe pas seulement dans certaines grandes psychoses, mais aussi simplement à titre épisodique chez des dégénérés.

Les tics localisés aux muscles du *cou* sont très fréquents : ils se traduisent par de petites secousses de la tête, de haut en bas ou latéralement : *tics de hochement*, *d'affirmation*, *de négation*, *de salutation*, qu'il ne faut pas confondre avec certains spasmes d'allure analogue. Par exemple, l'affection décrite sous le nom de *spasmus nutans* ne doit pas être considérée comme un tic. Elle s'accompagne, en effet, d'autres manifestations qui permettent de supposer l'existence d'une lésion matérielle. De plus, on l'observe chez de tout jeunes enfants.

Or, les tics, *les vrais tics, n'existent jamais pendant les premières années*. Ce n'est guère que vers l'âge de six ou sept ans que les tics apparaissent sous la forme de clignotements, de grimaces légères, de secousses de la tête ou des membres, généralement très faciles à corriger à cet âge. Mais

[1] Tics des yeux. *Annales d'Oculistique*, 1903.

[2] Henry Meige : Tics des lèvres. Cheilophagie. *Congrès de Médecine aliéniste et neurologiste*. Bruxelles, Août 1903.

dans les cinq premières années, les tics ne s'observent pas.

Aux tics du cou s'ajoutent fréquemment des *tics de l'épaule*, ce qui s'explique par le mode d'insertion des muscles de la région cervicale.

Parmi les tics du cou, il est une forme un peu spéciale à laquelle M. Brissaud a donné le nom de *torticolis mental*[1]. Tantôt ce tic revêt une forme clonique et se traduit par des secousses de la tête entrecoupées de temps de repos : mouvements de rotation, de flexion, ou de renversement, qui peuvent être très variables dans leurs manifestations. Tantôt il s'agit d'un tic tonique, réalisant une attitude de rotation, de flexion ou de renversement de la tête presque permanente, et qui mérite vraiment le nom de tic, car les muscles qui concourent à la production de ces attitudes, — le sterno-mastoïdien, en particulier, — apparaissent en état de contraction forcée. Chez le même sujet, il n'est pas rare de voir un *torticolis clonique* se transformant en *torticolis tonique*, ou inversement. Nouvelle preuve qu'il s'agit bien d'une seule et même affection, quelles que soient les apparences extérieures.

Et ces torticolis méritent bien le qualificatif de *mentaux*, car ce sont au premier chef des troubles psycho-moteurs. Les causes qui président à leur apparition, les modifications qu'ils subissent sous l'influence des interventions psychiques permettent de les assimiler aux tics. Nous avons décrit, avec M. Feindel, un signe qui fait rarement défaut en pareils cas et qui démontre bien la part qui revient aux interventions psychiques : il suffit, en effet, au sujet qui est atteint d'un torticolis de ce genre d'approcher son doigt de son visage, — souvent même sans que le doigt arrive en contact avec la peau, — pour obtenir la cessation du mouvement convulsif ou le redressement de l'attitude. C'est ce que nous avons appelé le *geste antagoniste efficace*, que chaque malade invente et complique à son gré de stratagèmes plus ou moins bizarres, d'appareils étranges, — gestes ou moyens de *défense* bien connus des aliénistes, fort nombreux dans le cas d'obsession, et qui deviennent parfois eux-mêmes des *tics surajoutés*, capables aussi de remplacer les tics initiaux. C'est à ces gestes ou attitudes antagonistes de défense qu'un de nos malades donnait le nom pittoresque de *paratics*, — reconnaissant lui-même que ces paratics étaient souvent l'origine de tics nouveaux.

Le torticolis mental, tel qu'il a été décrit par M. Brissaud, est bien un tic. Mais, de même qu'il existe des tics et des spasmes de la face, il existe aussi des tics et des spasmes du cou : il y a des *torticolis-tics* et des *torticolis-spasmes*.

Les muscles du *tronc*, ceux du *dos*, ceux de la ceinture pelvienne, sont aussi le siège de tics. On connaît les *tics de balancement*, si fréquents chez les idiots et les arriérés. Ces mouvements, qui se répètent généralement d'une façon *rythmique*, représentent dans la hiérarchie des tics les degrés les plus inférieurs.

Je n'insiste pas sur les tics des *bras* ou des *jambes*, qui sont très variés. Ces derniers apportent dans la démarche des modifications souvent très singulières : sauts, génuflexions de toutes sortes, variables à l'infini.

Les *doigts* sont rarement le siège de tics véritables. On en observe cependant. Mais, le plus souvent, il s'agit d'habitudes motrices vicieuses qui, n'ayant pas le caractère convulsif particulier aux tics, appartiennent aux stéréotypies : — par exemple, les soi-disant *tics de grattage*.

Il y a encore toute une variété de tics qui représentent des perturbations d'actes fonctionnels normaux tels que la déglutition, la respiration, la phonation. Chacun d'eux mériterait assurément une description particulière : le *tic de sputation* ou de *crachottement*, l'un des plus désagréables que l'on connaisse ; le *tic d'éructation*, auquel convient également le nom de *tic aérophagique* : c'est bien un des meilleurs exemples qu'on puisse donner d'une perturbation fonctionnelle, car les aérophages intervertissent le rôle de la déglutition et de la respiration ; ils avalent et font pénétrer par l'œsophage l'air qui, normalement, ne doit passer que par la trachée, puis ils expulsent cet air par des éructations sonores, parfois, comme on dit, « en salves ». Ces tics aérophagiques sont surtout fréquents chez les sujets d'un certain âge, qui présentent déjà un certain degré de déchéance mentale ; ils accompagnent nombre de vésanies.

Il existe aussi des *tics de soufflement*, de *ronflement*, de *reniflement* et de *toux*, actes fonctionnels intempestifs, dénaturés.

J'arrive à une série de tics plus spéciale : je veux parler des *tics du langage*.

Ceux-ci sont si fréquents chez certains tiqueurs qu'on a pu considérer comme caractéristiques de la maladie les phénomènes décrits sous le nom d'*écholalie* et de *coprolalie*. L'écholalie n'est pas, à proprement parler, un tic ; car, en pareil cas, les mots proférés par le malade ne sont, le plus souvent, que la répétition des mots prononcés devant lui, sans que ce phénomène ait rien de convulsif. Il n'en est pas de même de ces mots explosifs, de

[1] Brissaud : *loc. cit.* — Henri Meige et E. Feindel : *Les tics et leur traitement.*

ces cris brefs et répétés, toujours les mêmes, avec une brusquerie véritablement convulsive, qui, lorsqu'il s'agit de vocables grossiers ou orduriers, méritent bien alors le nom de *coprolalie*.

Enfin, très proches des tics du langage sont les *troubles de la parole*, dont l'exemple le plus connu est le *bégaiement*. Le bégaiement est-il un tic? Non, car il n'apparaît qu'à l'occasion du seul acte de la parole, tandis que le propre du tic est de se manifester en toutes occasions. Un cri bref, un *hem!* un *bah!* etc., qui éclate brusquement au cours de n'importe quelles occupations, aussi bien pendant le silence que pendant la parole, voilà un véritable tic du langage. Mais une répétition de syllabes, une hésitation et même une façon de parler explosive, un défaut de prononciation tel que le *chuintement*, tous ces troubles de la parole *ne se produisant qu'à l'occasion de la parole*, ne sont pas des tics véritables. A vrai dire, ces phénomènes sont tout à fait proches parents; les sujets qui en sont atteints présentent presque toujours le même état mental que les tiqueurs. Souvent même le tic et le bégaiement coïncident ou alternent chez le même sujet.

D'ailleurs, tics du corps et tics du langage sont justiciables des mêmes modes de traitement et les heureux résultats obtenus par l'application aux uns et aux autres des mêmes moyens thérapeutiques confirment encore la parenté de ces accidents. Mais il serait excessif de donner la dénomination de *tics* à ces troubles du langage, de la même façon qu'il ne convient pas d'appeler tics les troubles moteurs connus sous le nom de *crampes professionnelles*, *crampes des écrivains*, *crampes des pianistes*, *des télégraphistes*, etc., encore qu'il s'agisse bien ici le plus souvent de troubles psychomoteurs de la même famille.

Cependant, les *crampes fonctionnelles* ou *professionnelles* ont aussi pour caractère distinctif de *ne se produire qu'à l'occasion d'un acte déterminé*, l'écriture, le jeu du piano ou de l'appareil Morse, etc. En dehors de ces actes, ils n'apparaissent pas. *Les tics, au contraire, éclatent en toutes occasions, à propos de tout comme à propos de rien.*

Le tic n'est pas, d'ailleurs, spécial à l'homme. On a décrit depuis longtemps des *tics chez les animaux*, et il semble même que le mot *tic* ait été appliqué pour la première fois à certains mouvements convulsifs que font les chevaux. Jusqu'à ces toutes dernières années, les tics des animaux n'avaient guère été étudiés qu'accessoirement dans les recueils vétérinaires. Depuis la publication que nous avons consacrée, M. Feindel et moi, aux tics de l'homme, deux de nos confrères, M. Rudler, médecin militaire, et M. Chomel, vétérinaire de l'armée, ont entrepris une étude méthodique des tics des chevaux en leur appliquant nos procédés d'étude [1]. Les résultats qu'ils ont publiés viennent entièrement confirmer la similitude pathogénique et clinique des tics humains et des tics équins.

Qu'il s'agisse de ce tic de balancement, appelé chez le cheval *tic à l'ours*, ou des *tics de léchage*, de *mordillement*, les mêmes remarques que l'on peut faire chez l'homme sont applicables au cheval. Les chevaux tiqueurs appartiennent tous à une catégorie d'individus anormaux, chez lesquels on retrouve des stigmates physiques de dégénérescence, tout à fait comparables à ceux que présentent l'immense majorité des tiqueurs humains. Bien plus, il est possible de reconnaître aussi chez les chevaux tiqueurs une disposition névropathique, qui rappelle singulièrement celle des tiqueurs humains. On peut établir chez l'animal une distinction entre les actes moteurs purement réflexes, d'origine spinale ou bulbaire, et d'autres actes qui impliquent nécessairement une participation des centres supérieurs, autrement dit qui présentent tous les caractères de nos actes psycho-réflexes.

S'il est un peu aventureux de parler de *psychisme* de l'animal, et si, bien entendu, l'activité psychique de ce dernier reste toujours à l'état rudimentaire par rapport à celle de l'homme, il n'est pas superflu, cependant, de constater que les tics de l'animal offrent précisément le plus de ressemblance avec ceux qu'on observe chez les sujets dont le développement psychique est resté, lui aussi, rudimentaire: c'est-à-dire avec les tics des idiots, des imbéciles, des arriérés.

Ces tics sont, en effet, fort nombreux chez les individus dont le retard ou l'arrêt mental est considérable. Et ce fait s'explique aisément : l'arrêt de développement manifeste des centres supérieurs chez les idiots et les arriérés les place au dernier rang des infantiles psychiques. Etant donnée l'irrégularité, et souvent même l'impossibilité, du contrôle cortical chez ces malades, on peut s'attendre à voir se multiplier chez eux les phénomènes d'automatisme. C'est ce que confirme amplement l'observation.

Les tics surviennent aussi chez des sujets dont, jusqu'à un certain âge, le développement psychique a été normal, mais qui, sous une influence quelconque, sont tombés en déchéance mentale. Rien n'est plus fréquent que de voir apparaître des tics ou des stéréotypies au cours des différentes psychoses. Ici encore la diminution accidentelle du

[1] Rudler et Chomel : *Revue neurologique*, p. 541, 649, 853, 1903, et *Congrès de Bruxelles*, Août 1903.

contrôle cortical vient donner la raison de la prépondérance qu'acquièrent les phénomènes d'automatisme, qu'il s'agisse de tics, de stéréotypies, ou d'autres manifestations motrices anormales, comme le *catatonisme*.

En définitive, on voit que toutes les causes capables de supprimer le contrôle des centres supérieurs favorisent l'éclosion des tics. Ces causes peuvent être sous la dépendance d'une imperfection congénitale, ou d'un arrêt de développement de l'écorce elle-même ou de ses voies d'association avec les centres situés au-dessous d'elle. Des modifications accidentelles survenant au cours des différentes psychoses peuvent aboutir au même résultat.

Mais il y a lieu d'établir, cliniquement, une distinction entre les tics qui peuvent être rattachés à un arrêt ou à un retard du développement nerveux et les tics qui surviennent au cours de psychopathies éventuelles. Les premiers appartiennent surtout au jeune âge, débutent souvent entre la sixième et la huitième années, parfois aussi au moment de la puberté; ils sont souvent variables, tendent généralement à s'atténuer avec le temps; en tout cas, ils sont plus facilement accessibles à nos moyens de traitement. Les seconds sont des tics tardifs qui sont moins aisément curables.

Il existe encore une forme de tic qui mérite d'être signalée à part : c'est celle qui est connue sous le nom de *maladie des tics* ou maladie de Gilles de la Tourette.

Chez certains sujets, en effet, l'affection semble suivre une marche constamment progressive, depuis son début dans le jeune âge jusqu'à une époque avancée de la vie. Un tic très banal, et bien localisé en apparence, tend peu à peu à s'étendre, de proche en proche, et à se généraliser. De l'œil il gagne toute la face, puis la tête, les épaules, les bras, le tronc, les jambes; enfin des cris, des mots étranges, souvent orduriers, sont prononcés de façon involontaire et convulsive. Ainsi se réalise le tableau clinique de la maladie de Gilles de la Tourette, accompagnée d'écholalie et de coprolalie. Cette forme représente l'apogée du tic. Sa marche progressive est difficile à enrayer, son pronostic est particulièrement sévère; dans un certain nombre de cas, en effet, on a vu la maladie aboutir à un état démentiel irrémédiable.

Très heureusement, ce sont là des formes exceptionnelles, et les cas où la marche de la maladie n'est pas progressive sont les plus nombreux. Il importe donc de réagir contre une opinion que les descriptions de la maladie de Gilles de la Tourette ont contribué à accréditer : je veux dire l'incurabilité des tics. Bien au contraire, il faut le répéter, la grande majorité des tics sont curables, ou pour le moins susceptibles d'améliorations très grandes.

VI. — Comment on soigne les tics.

Ce n'est pas le moindre intérêt de la question des tics que les enseignements retirés de l'application d'un traitement logiquement conçu. Depuis l'année 1893, où, à l'instigation de M. le Professeur Brissaud, nous avons commencé à appliquer systématiquement aux tiqueurs une méthode de traitement basée sur la *discipline des actes psycho-moteurs*, nous avons vu, non seulement s'accumuler les preuves de l'efficacité de cette méthode, mais nous avons pu tirer des résultats obtenus des confirmations pathogéniques très précieuses [1].

Le tic étant un trouble psycho-moteur, on peut espérer, *a priori*, agir sur lui soit par la voie psychique, soit par la voie motrice. Dans le premier cas on s'adresse à la psychothérapie, dans le second à une gymnastique rationnelle. L'une ou l'autre de ces méthodes ont été employées; isolément, chacune d'elles n'a pas toujours donné de bons résultats. C'est qu'en effet leur emploi simultané est de toute nécessité.

Et c'est à quoi tend la méthode connue désormais sous le nom de *discipline psycho-motrice* [2]. A l'inverse des méthodes d'éducation physique, qui ont pour objectif de transformer des actes voulus en actes automatiques, *la discipline psycho-motrice tend à supprimer les actes automatiques et à développer le pouvoir frénateur et correcteur des centres supérieurs.*

Chacun sait ce que l'on entend par un *acte automatique*. Nous l'avons déjà dit : c'est un acte qui, à force d'être répété, sous l'influence de l'habitude, se reproduit sans que la volonté, l'attention du sujet soient nécessaires à son exécution. Tandis qu'à son début cet acte exigeait le concours d'interventions corticales multiples, manifestations de volonté ou d'attention destinées à le régulariser, à le coordonner, peu à peu, grâce à la répétition, grâce à l'éducation, qui n'est elle-même que le fruit de la répétition, le contrôle exercé par les centres supérieurs devient moins nécessaire, moins fréquent, et va même jusqu'à disparaître tout à fait : l'acte est alors devenu *habituel*, *automatique*. Toutes les éducations physiques tendent à ce but. Qu'il s'agisse d'enseigner l'escrime ou le piano, l'équitation ou la dactylographie, le but de l'éducateur est

[1] Henry Meige et E. Feindel : Traitement des tics. *Presse Médicale*, 16 mars 1901.

[2] Brissaud et Henry Meige : La discipline psycho-motrice. *Congrès de Madrid*, Avril 1903.

toujours de transformer, par l'habitude, un acte primitivement volontaire et nécessitant le contrôle d'une foule de sens et de centres, en un acte automatique capable de s'exécuter sans ce contrôle. Tous les actes fonctionnels appartiennent à cette même catégorie; ils ont nécessité, au début, la mise en jeu d'une foule de contrôles, puis peu à peu ils arrivent à s'en dispenser. L'écriture en est le meilleur exemple; elle nous montre bien l'importance de la répétition d'un même acte pour la création d'une fonction nouvelle.

Beaucoup d'actes fonctionnels qui nous sont nécessaires et indispensables ont nécessité, eux aussi, une éducation analogue. La nictitation ne se fait pas chez le nouveau-né avec la même régularité que chez l'adulte; la mastication exige une véritable éducation, qui, le plus souvent, échappe aux yeux des éducateurs, mais qui n'en est pas moins le résultat d'habitudes motrices enseignées par l'exemple. La preuve en est que tous les sujets ne mangent pas de la même façon; si, assurément, le résultat obtenu est le même, les moyens employés varient suivant les peuples ou suivant les milieux.

On pourrait en dire autant de la plupart de nos fonctions. Celles-là même qui semblent les plus essentiellement vitales, les moins « apprises », ont nécessité un temps d'éducation; les actes nécessaires à leur exécution ont dû *se répéter* pendant un temps souvent fort long, avant que la fonction ait acquis son complet perfectionnement.

Les tics, qui, nous l'avons vu, peuvent être considérés comme des fonctions anormales, sont soumis aux mêmes lois, et, avant d'acquérir l'automatisme, le tic traverse une phase d'éducation; certains tiqueurs même se rendent très bien compte des efforts qu'ils ont fait pour créér un tic; d'autres passent leur temps à le perfectionner ou à en créér de nouveaux.

Eh bien! Si la répétition d'un même acte inopportun et excessif peut entraîner la création d'une fonction parasite, inversement n'est-il pas possible de corriger cet acte fonctionnel grâce à l'intervention de ce même contrôle psychique qui a servi à le créer?... Voilà la question qu'il était permis de se poser *a priori*, et à laquelle on peut répondre aujourd'hui par l'affirmative, avec preuves à l'appui.

Il semblerait que, pour arriver à ce résultat, il suffise d'attirer l'attention du malade sur son tic et de lui demander d'opérer lui-même les corrections nécessaires; c'est ce que se propose la *psychothérapie* pure, et c'est à quoi elle peut quelquefois aboutir, bien qu'à la vérité elle n'y réussisse pas souvent. Et, en effet, si le malade comprend généralement bien ce qu'on lui demande de faire, il a besoin d'être guidé, tout à fait comme un *enfant* Ici encore, nous retrouvons une preuve de la réalité de cet *état mental infantile* qui joue un si grand rôle dans la vie du tiqueur. Il ne suffit pas de lui dire : « Ne tiquez plus. Faites que votre volonté, que votre attention, se portent tout entières vers ce but : maîtriser vos gestes intempestifs... » Il est nécessaire de lui apprendre *comment* il doit opérer cette correction.

D'ailleurs, s'il est vrai que, dans nombre de cas le tiqueur soit le propre créateur de son tic et qu'il l'ait constitué lui-même de toutes pièces, le plus souvent aussi il a fait cette opération sans s'en rendre compte; ce n'est point parce qu'il a voulu faire et répéter tel ou tel geste qu'il est arrivé à acquérir un automatisme spécial, c'est surtout parce qu'il a négligé de contrôler ces gestes et qu'il les a répétés inconsciemment, ou, si l'on veut, subconsciemment.

En général, cependant, le tiqueur sait fort bien pourquoi et comment il a fait ce geste initial. Ainsi, un malade, atteint d'un tic de clignement, savait fort bien comment cette habitude lui était venue : il s'amusait à viser un point de la monture de son binocle. Le geste initial était parfaitement voulu et adapté à son objet. Mais par la suite, à force de se répéter, il devint habituel, automatique et finit même par se reproduire quand le binocle n'était plus sur le nez. Ce tiqueur-là eût été capable de réprimer son clignement, s'il n'eût eu cette légèreté d'esprit, cette versatilité, ce peu de persévérance, qui appartiennent à tous les tiqueurs et qui les mettent, comme les enfants, dans l'impossibilité de se tirer d'affaire tout seuls.

Combien d'enfants arriveraient à écrire, à jouer du piano, etc.., s'ils n'avaient un maître auprès d'eux pour ramener à chaque instant leur attention sur les actes qu'ils doivent faire, autrement dit pour leur « mâcher la besogne », en leur indiquant par le menu tous les détails de son exécution? Il en est de même des tiqueurs. Eux aussi sont pleins de bonne volonté, parfois même témoignent d'une ardeur des plus louables, mais ce beau feu est vite éteint; au premier insuccès ils se découragent; souvent aussi, ils ont tendance à apporter des modifications de leur crû, généralement plutôt préjudiciables qu'utiles. Eux aussi, ils ont besoin d'un éducateur, et cet éducateur sera, s'il le faut, le médecin. Celui-ci ne bornera pas son rôle à leur indiquer en paroles ce qu'ils doivent faire; il devra encore leur faire exécuter sous ses yeux l'acte correcteur commandé. Il doit surtout le leur faire répéter avec une surveillance toujours attentive, car c'est de cette *répétition correcte* que dépend la correction de l'acte intempestif. C'est par cette répétition, soumise au contrôle des centres supérieurs, que l'acte normal deviendra peu à peu lui-même

automatique. Ainsi une habitude motrice vicieuse sera remplacée par une bonne habitude motrice.

Nous retrouvons encore ici ces mots de *répétition* et d'*habitude*, qu'il ne faut jamais perdre de vue lorsqu'on parle des tics. La langue populaire nous a appris la valeur de ces notions. Les proverbes, on le sait, sont souvent les expressions banales du bon sens et de l'observation. L'un d'eux nous dit : « L'habitude est une seconde nature ». L'histoire des tiqueurs en fournit plus d'une preuve. C'est pour avoir pris l'habitude de hocher la tête, afin de redresser un chapeau instable, qu'un enfant, normal jusqu'alors, apparaît désormais comme doté d'une fonction nouvelle insolite, d'une *fonction de hochement*, qui modifie sa *nature* première.

Mais il n'est pas de proverbe qui n'ait sa contrepartie. Un autre nous dit : « Chassez le naturel, il revient au galop ». L'expérience, en effet, montre que, si l'on parvient à chasser un tic, ce tic a souvent tendance à reparaître sous la même forme ou à être remplacé par un autre tic. Il semble qu'il y ait chez les candidats aux tics un « potentiel de tic » toujours prêt à se manifester. Ce n'est pas une raison pour renoncer à la lutte, et, s'il est indispensable que la discipline psycho-motrice soit appliquée avec persévérance, s'il est nécessaire de chasser très loin ce « mauvais naturel », pour qu'il ne risque pas de revenir au galop, il n'est pas moins certain qu'en poursuivant un temps suffisant les efforts de correction, le tiqueur finit par acquérir, *par habitude*, une « seconde nature », qui est une nature à ne plus tiquer.

La discipline psycho-motrice tend vers ce but. Pour être vraiment fructueuse, elle doit — son nom l'indique — faire appel aussi bien aux idées qu'aux actes. En d'autres termes, il faut que le sujet reprenne l'habitude d'exercer un contrôle efficace sur tous ses gestes, sur tous ses mouvements; il faut donc multiplier les occasions de lui faire *penser un acte* et *exécuter l'acte pensé*, sans perdre de vue le but à atteindre. Il est donc indispensable de faire appel à chaque instant à son *activité psychique* et de subordonner tous ses actes à cette dernière. Il faut exiger de lui des *efforts volontaires*, constants, toujours nouveaux, capables d'inhiber les actes moteurs intempestifs, capables aussi de créer des actes moteurs corrects. Il ne suffit donc pas de commander et de se faire obéir : l'exécution passive viendrait à l'encontre du but opposé; il faut que chacun des mouvements que l'on prie d'exécuter soit, non pas seulement le reflet d'un ordre donné, mais le résultat d'une *intervention personnelle* du sujet.

C'est ainsi que l'on parvient à développer et à perfectionner son activité psycho-motrice; c'est ainsi qu'il prend l'habitude d'exercer sur lui-même un contrôle indispensable.

Le malade doit donc toujours faire un effort personnel, et maintes fois il doit le répéter. Plus fréquent et plus personnel sera cet effort, meilleur sera le résultat. Il ne suffit donc pas de faire agir : il faut amener le patient à *vouloir agir;* il faut, en outre, lui montrer *pourquoi et comment il doit agir*. On ne doit pas le considérer comme un être passif, se bornant à exécuter les ordres donnés, mais comme un élève auquel on apprend à *penser pour agir*, comme un collaborateur avec lequel on travaille à l'œuvre de guérison. Et cette correction dépend autant des efforts et de la persévérance du médecin que de ceux du malade.

Voilà comment doit être comprise la discipline psycho-motrice. Objectivement, on conçoit qu'elle doit porter à la fois sur l'*immobilité* et sur le *mouvement*. Des gammes d'exercices méthodiquement graduées doivent être faites par le malade sous une surveillance attentive et régulière. Peu à peu, le sujet s'entraîne à obtenir une immobilité de durée progressivement croissante, et à exécuter des mouvements simples, débarrassés de tout geste superflu.

Ce traitement général est notablement facilité par un procédé de correction dont les résultats paraissent démontrés aujourd'hui : *le contrôle par le miroir*[1]. Le miroir est destiné à remplir l'office de surveillant, à rappeler à l'ordre le malade, lorsqu'il est seul, pendant l'exécution des exercices prescrits. Les avertissements du miroir, qui reflète impitoyablement toutes les fautes, obligent le patient à multiplier ses efforts correcteurs. Ils développent son activité psycho-motrice. Ainsi se prend peu à peu l'habitude d'exercer sur les actes moteurs le contrôle nécessaire à leur bonne exécution.

Outre leur portée pratique, les heureuses modifications obtenues par l'application de ce traitement confirment bien les idées que nous venons d'exposer sur les causes, la génèse et la nature même des tics.

Dr Henry Meige.

[1] Henri Meige : *La correction des tics par le contrôle du miroir*. Congrès de Grenoble, Août 1902.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Verneaux (René), *Chef du Contentieux des Messageries maritimes.* — **L'Industrie des Transports maritimes au dix-neuvième siècle et au commencement du vingtième siècle.** — 2 *vol. in*-8°. *A. Pedone, éditeur, Paris*, 1903.

Les questions de marine marchande sont ignorées en France, non seulement du grand public, mais de la plupart des personnes occupant les plus hautes situations dans la hiérarchie sociale.

La loi du 7 avril 1902, loi dont la Commission extraparlementaire étudie déjà le remplacement d'urgence, tant elle répond mal au but qu'elle devait remplir, est un exemple, tout récent et bien topique, de la légèreté et de l'incohérence avec lesquelles le Parlement traite les questions de marine. Non pas que cette loi ait été votée trop vite; la Chambre des députés lui consacra, au contraire, plus de trente séances, et le Sénat près de vingt; mais que de conceptions erronées, que d'affirmations inexactes, que d'hérésies sortirent de la bouche de certains orateurs, et quelles conséquences déplorables cette ignorance de la question n'a-t-elle pas engendrées! Tel ministre, dont le département était directement intéressé par ces débats, parfois passionnés, ne prit pas la parole une seule fois pendant leur durée; tel autre ministre ne craignit pas, du haut de la tribune, de vouer à l'exécration publique les armateurs de voiliers, sous prétexte qu'à la faveur de la loi de 1893 ils faisaient naviguer leurs navires en zigzag à travers les océans, pour toucher des primes plus fortes, alors que les primes sont calculées en ligne droite du point de départ au point d'arrivée. On affirma que ces mêmes voiliers, ces pelés, ces galeux d'où venait tout le mal, gagnaient des sommes fabuleuses et distribuaient des dividendes insensés rien qu'en naviguant sur lest, alors qu'en réalité la plus grande partie de leurs recettes provenaient des frets, lesquels étaient très élevés à l'époque considérée.

Cela explique pourquoi M. Millerand, président de la Commission extraparlementaire instituée par le décret du 5 novembre 1903, prononçait, le 14 décembre dernier, en souhaitant la bienvenue à ses collègues, les paroles suivantes :

« *Aussi bien, l'heure n'est plus à rechercher pourquoi et comment le projet de loi sur la marine marchande a été, au cours de longs débats, trituré et transformé de telle sorte qu'il en est arrivé à produire des résultats tout contraires à ceux que s'en promettaient ses promoteurs et ses défenseurs...* »

Je m'excuse de cette digression un peu longue sur la loi d'avril 1902; mais elle n'était pas inutile; car le lecteur de cette notice en a déjà tiré sans doute la conclusion que, si nos honorables parlementaires avaient eu la bonne fortune de lire avec attention l'ouvrage de M. Verneaux, ils seraient certainement parvenus à élaborer une loi plus conforme aux intérêts considérables qu'elle avait pour mission de sauvegarder. Ils eussent appris par l'étude des *Régimes antérieurs*, auxquels ont été soumises les marines marchandes étrangères et la marine marchande française elle-même, quels étaient les remèdes à apporter à une institution tout aussi essentielle à la vie économique d'un pays que les canaux, les fleuves et les chemins de fer, dont elle est le prolongement nécessaire, au-delà des mers. Ils se fussent familiarisés avec les *Régimes internationaux*, le *Champ d'évolution* des navires, avec le *matériel*, le *personnel* et l'*exploitation* d'une Compagnie maritime; et, après l'expérience malheureuse des lois de 1881, de 1893, nous n'en serions pas encore à rechercher en 1904 comment il faut remplacer la dernière et la plus mauvaise de toutes, c'est-à-dire la loi de 1902, moins de deux ans après sa promulgation.

Il n'y a pas de questions plus spéciales et plus complexes que celles qui intéressent la marine marchande, car elles embrassent à la fois : la construction navale, l'industrie nationale et étrangère, le commerce international, la navigation, l'armement, et ce ne sont pas seulement nos députés et nos sénateurs qui peuvent tirer grand profit du livre que nous présentons aujourd'hui; mais les armateurs eux-mêmes, les négociants et industriels, et enfin tous ceux, et je les souhaite très nombreux pour la richesse et la grandeur du pays, qui auront des intérêts sur mer, soit comme actionnaires de compagnies de navigation, soit comme exportateurs ou importateurs de marchandises.

Ils y apprendront *les règles internationales de la paix*, et *les règles internationales de la guerre*. Ce dernier chapitre, malheureusement d'actualité aujourd'hui que la guerre est déchaînée entre la Russie et le Japon, sera d'un intérêt tout particulier pour eux, ainsi que pour les publicistes eux-mêmes qui ont l'importante mission d'instruire des millions de lecteurs sur ces questions, par la voie de la presse ou des revues périodiques. Tous y trouveront, comme dans l'ensemble de l'ouvrage, du reste, des notions complètes, exposées avec méthode et avec l'exactitude qu'elles comportent, de nombreux renvois et références aux ouvrages consultés, en un mot tous les éléments nécessaires pour se faire des idées justes sur cette industrie si peu connue des *Transports maritimes*.

En résumé, cet important ouvrage n'a qu'un défaut : c'est d'être né trop tard. Peut-être, sa vulgarisation, si elle eût pu se faire quelques années plus tôt, nous eût-elle épargné ces hésitations et ces erreurs dans le régime légal auquel a été soumise notre marine de commerce. C'est une des principales raisons pour lesquelles son développement semble arrêté, en présence des progrès énormes des marines voisines et de la marine marchande japonaise elle-même, dont le pavillon, sans rival dans les mers de Chine pour le bon marché du fret, vient concurrencer celui de nos vieilles marines européennes jusqu'à Londres et à Hambourg.

Que tous ceux qui prennent souci de la prospérité de notre grande industrie et du commerce national d'outre-mer qui nous assure des débouchés indispensables, étudient donc les questions d'où dépend la prospérité de la marine marchande.

Mieux vaut tard que jamais, et qu'ils se félicitent de posséder aujourd'hui un ouvrage qui leur permettra de s'initier au problème dont la solution, si elle est logique, contribuera puissamment au développement de la richesse nationale. E. Duboc.

2° Sciences physiques

Sorel (E.), *Ancien Ingénieur des Manufactures de l'Etat.* — **La grande Industrie chimique minérale.** *Tome II.* **Potasse, Soude, Chlore, Iode, Brome.** — 1 *vol. de* 679 *pages avec* 127 *fig.* (*Prix* : 15 *fr.*) *C. Naud, éditeur. Paris*, 1904.

Le nouveau livre donné au public par M. Sorel est l'exposé des *procédés classiques* employés pour la fabrication d'un certain nombre de produits appartenant à l'industrie chimique minérale. Comme le précédent volume, celui-ci est également didactique plutôt que

techniquement utilitaire. On y trouve ce qui est relatif aux composés usuels du sodium et du potassium, à l'acide chlorhydrique et au chlore, plus la préparation de l'iode et du brome. — Les nouveaux procédés dans lesquels intervient le courant électrique ne se rencontrent pas dans cet ouvrage.

Fidèle au plan qu'il a énoncé dans l'introduction placée en tête de son premier volume, M. Sorel donne des historiques assez complets des questions traitées ; il expose le développement progressif de chaque industrie et insiste d'une manière détaillée sur des sujets qui ne possèdent plus qu'une importance secondaire aujourd'hui, comme, par exemple, la fabrication de la potasse végétale et celle de la soude Leblanc, dont « les principales opérations intéressent au plus haut point la technologie générale ». Nous ne saurions faire un crime de cette manière de voir et de procéder. Et même, si l'on se place au point de vue de la formation des intelligences, de leur initiation à l'industrie chimique basée sur la connaissance et l'utilisation des principes scientifiques, nous aurions admis volontiers quelques pages de plus sur la régénération du soufre contenu dans les charrées de soude. M. Sorel n'expose, dans son premier volume, que le procédé Chance, encore utilisé aujourd'hui; il aurait pu parler un peu, aussi, des procédés de Schaffner et Mond, de Hofmann (Dieuze), etc., disparus depuis longtemps, il est vrai, mais offrant, au point de vue spécial qui nous occupe, un intérêt de tout premier ordre.

Suivant son habitude, l'auteur donne des documents numériques intéressants à consulter, avec l'indication des usages auxquels sont destinés les composés dont il nous entretient. — La description des appareils, le calcul de leurs dimensions, les particularités de leur fonctionnement, sont l'œuvre d'un *ingénieur* qui les a réellement pratiqués ; on trouvera beaucoup moins de détails sur les opérations chimiques nécessitées par l'étude et le contrôle de ces fabrications. — Les données bibliographiques font aussi généralement défaut.

M. Sorel a rapproché, de façon instructive, l'industrie allemande des sels de potasse de celle qui avait été imaginée par Balard pour utiliser les eaux-mères des marais salants dans le midi de la France, et qui « a été transportée dans le bassin de Stassfurt ». Il était intéressant de mettre en relief la similitude des produits travaillés, l'analogie de leur origine, et de montrer comment le chimiste français a été le précurseur de ceux qui ont monopolisé la production des composés potassiques, grâce aux richesses minérales trouvées dans le sol de leur pays.

Nous signalerons encore à l'attention du lecteur le chapitre relatif à la condensation des vapeurs en général, avec application de ces principes au gaz des fours à sulfate pour en retirer l'acide chlorhydrique.

A l'occasion, en traitant de l'alcalimétrie, M. Sorel nous fait voir comment les marchands anglais entendent à leur avantage la détermination des poids moléculaires. Ce fait n'est pas unique; nous avons, nous-même, eu l'occasion de signaler une *erreur* de ce genre touchant le commerce de l'eau oxygénée en France[1]. Nous pourrions ajouter que, dans bien des cas, l'application pratique des principes les plus élémentaires de l'analyse par des chimistes (?) plus que malhabiles, produit des résultats au moins aussi éloignés de la vérité.

Et, puisque nous parlons de l'alcalimétrie, on nous permettra de regretter que M. Sorel n'ait pas employé son influence et la notoriété de son livre à réagir contre certains errements archaïques que l'industrie française persiste à suivre, comme l'usage du *degré Descroizilles*, lequel ne repose sur aucune base scientifique. Dans un but de clarté et de simplification, cette méthode d'évaluation est remplacée, en Angleterre et en Allemagne, par des systèmes plus rationnels. — Nous continuons à faire usage d'une vieille diligence, — qui fut estimable en son temps, cela est certain, — dans une région où tout le monde voyage depuis longtemps en express. Le respect des traditions ne devrait pas aller jusque-là.

G. Arth,
Directeur de l'Institut chimique de Nancy.

[1] *Monit. scient.* du Dr Quesneville, 1901, t. XV, p. 435.

Merceron-Vicat, *ancien ingénieur des Ponts et Chaussées.* — **L. Vicat ; sa vie et ses travaux.** — 1 *vol. in*-8° *de* 245 *pages. Vve Ch. Dunod, éditeur. Paris*, 1903.

Bien que la renommée de Vicat soit universelle, il n'existait pas encore de livre permettant de connaître la vie et les principaux travaux de l'illustre ingénieur. M. Merceron-Vicat, son petit-fils, a recueilli les documents épars dans diverses publications et il a donné de courts extraits des principales œuvres de Vicat. Ce livre permet ainsi, à tous ceux qui s'intéressent à l'art des constructions, d'apprécier l'œuvre considérable du savant modeste qui créa l'industrie des produits hydrauliques.

Dans le premier chapitre, la Notice biographique de M. Mary montre quelle fut l'existence, toute de labeur et de patiente observation, de M. Vicat. Dans le chapitre suivant, M. Merceron-Vicat donne un extrait du premier ouvrage de Vicat sur la fabrication des chaux hydrauliques artificielles (1818). Les règles indiquées par Vicat sont encore suivies aujourd'hui et elles contenaient en germe tous les procédés employés par la suite pour la fabrication des ciments.

Puis vient la classification des chaux hydrauliques (1828). Cette classification n'a jamais cessé d'être employée et jusqu'à nos jours elle n'a pas été modifiée.

Dans l'étude intitulée : « Chaux limites et calcaires argileux incomplètement cuits (1840) », Vicat montre les dangers des chaux dont la teneur en argile est voisine de celle des ciments, et qui, s'éteignant difficilement, donnent lieu à des phénomènes de gonflement. Il montre, dans le même travail, comment des calcaires argileux peuvent donner des ciments prompts, à condition d'avoir un indice suffisamment élevé.

La fabrication des pouzzolanes artificielles (1846) est, parmi ses recherches, celle qui a peut-être le plus passionné Vicat; il a fait voir qu'il est possible de trouver presque partout des matières permettant de produire d'excellente pouzzolane.

Le cinquième extrait est intitulé : « Ciments éventés et ciments cuits jusqu'à ramollissement » (1851). Vicat indiquait dans cet ouvrage les propriétés curieuses des ciments éventés et, à propos des ciments cuits jusqu'au commencement de fusion, faisait pressentir le parti que l'on pourrait tirer des grappiers.

Le dernier des extraits est consacré à l'action de l'eau de mer sur les mortiers hydrauliques (1846-1853). Les travaux de Vicat sur les causes de la décomposition des mortiers à la mer restent, encore aujourd'hui, le guide le plus sûr dans cette question si obscure. Seules, les belles découvertes de M. H. Le Chatelier ont permis d'élargir sur ce sujet nos connaissances.

Enfin, dans un dernier chapitre, M. Merceron-Vicat montre Vicat jugé par ses contemporains. Il reproduit les Mémoires et Rapports faits au Conseil municipal de Paris, à la Chambre des députés par Arago, à la Chambre des pairs par le baron Thénard, à la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, à l'occasion du prix de 12.000 francs décerné à Vicat en 1846.

E. Candlot.

3° Sciences naturelles

Laurent (L.). — **Les Produits coloniaux d'origine minérale.** — 1 *vol. in*-12 *de* 352 *pages.* (*Prix* : 5 *fr.*) *J.-B. Baillère, éditeur. Paris*, 1903.

L'ouvrage de M. Laurent pourra rendre quelques services. Il est regrettable seulement que, conçu dans un esprit surtout commercial, il n'ait pas, du moins, été exposé sous une forme plus pratique. Le lecteur, ce

me semble, aurait beaucoup plus besoin de savoir quels métaux il peut trouver dans une de nos colonies que d'apprendre dans laquelle de nos colonies on rencontre du fer et du plomb. C'est cependant par ordre de métal qu'est faite, après un très sommaire exposé géologique, toute la description. On regrette, en outre, l'absence de toute bibliographie et l'ignorance où l'auteur semble être resté des ouvrages les plus importants et les plus récents, tels que le livre de M. Glasser sur la Nouvelle-Calédonie ou le Mémoire de M. Leclère sur la zone frontière de la Chine et du Tonkin. Des figures, prises un peu partout, et dont la présence étonne parfois, illustrent assez mal le texte.

L. DE LAUNAY,
Ingénieur en chef des Mines,
Professeur à l'Ecole des Mines

De Ségonzac (Marquis). — **Voyages au Maroc** (1900-1901). — 1 *vol. in-4° de* XI-405 *pages avec* 178 *photogr. dont* 20 *hors texte et* 1 *carte en couleur.* (*Prix* : 20 *fr.*) *A. Colin, éditeur, Paris*, 1903.

LE MÊME : **Itinéraires et profils.** — 10 *cartes. Henry Barrère, éditeur, Paris*, 1903.

Au Congrès des Sociétés de Géographie qui eut lieu à Oran en 1902, M. de Castries eut un mot que je me plais à répéter, non pas comme l'expression d'un chauvinisme mal compris et déplacé, mais bien comme un encouragement à ceux qui poursuivent l'exploration scientifique de l'Afrique du Nord : « La carte du Maroc, dit-il, est une carte française ». Et, en effet, si l'on envisage l'histoire de la géographie africaine, on voit que le premier qui donna de l'Empire des Chérifs une carte scientifique fut le capitaine Beaudoin, et que cette carte fut la seule sérieuse que l'on posséda jusqu'à l'époque récente où M. de Flotte Roquevaire publia la sienne, fruit d'un long travail et résultat d'une critique éclairée de toutes les sources. De plus, entre toutes les reconnaissances poussées dans le Magrib Extrême, trois sont au premier rang, d'une ampleur et d'une valeur telles qu'elles effacent presque toutes les autres : l'exploration du pays insoumis est l'œuvre de MM. de Foucauld et de Ségonzac; celle du pays soumis est l'œuvre du capitaine Larras. L'ensemble de leurs voyages embrasse à peu près tout le Maroc, et tel est le soin avec lequel ils ont levé leurs itinéraires que ceux des autres voyageurs ne sont, en comparaison, que d'informes croquis. Tout cela va être prochainement synthétisé par M. de Flotte dans une deuxième édition de sa carte.

En écrivant ce qui précède, nous n'entendons nullement rabaisser le mérite d'éminents voyageurs étrangers, comme par exemple M. Theobald Fischer, le grand géographe allemand : les magistrales relations que ce savant nous a données de ses voyages au Maroc ne sont pas des travaux cartographiques, mais bien des études de géographie, dans le sens le plus élevé de ce mot. De même, la belle synthèse de M. Paul Schnell, mise à la portée du public français par M. Augustin Bernard, est exclusivement un travail de géographie physique, et les travaux que M. Brives poursuit en ce moment même au Maroc intéressent avant tout la géologie. Mais les seuls fondateurs de la carte du Maroc, point de départ nécessaire de toutes les autres études, sont les trois explorateurs que nous avons cités. Nous présentons ici aux lecteurs de la *Revue* le livre du dernier venu d'entre eux.

Plus de 3.000 kilomètres d'itinéraires, appuyés sur près de quarante positions astronomiquement déterminées, 20 degrés de la carte fixés presque *ne varietur* dans leurs grands traits, d'innombrables profils et déterminations d'altitudes, de précieuses indications de faune et de flore, une abondante moisson d'observations ethnographiques sur des peuplades à peine connues, tel est le bilan de l'exploration de M. de Ségonzac : elle ne peut être comparée qu'à celle de Foucauld.

Le Rif, presque inconnu, redouté des voyageurs et dont les habitants donnaient encore, il y a à peine cinq ou six ans, le spectacle inouï d'actes de piraterie commis en pleine Méditerranée à la fin du XIXe siècle, le Rif est traversé de part en part deux fois par M. de Ségonzac : c'est une terre montagneuse, pauvre et peu boisée, contrairement à ce que beaucoup pensaient. L'idée géographique qu'on s'en faisait est confirmée et précisée : des chaînes parallèles, orientées de l'Est à l'Ouest, comme dans le Nord de l'Algérie, mais plus élevées (2.500 mètres), courent le long du rivage et se recourbent vers le Nord pour passer le détroit et se prolonger en Andalousie.

Mais c'est surtout la masse confuse du Moyen-Atlas qui est définitivement débrouillée par notre explorateur : trois et même quatre chaînes, courant du Nord-Est au Sud-Ouest, comme l'Atlas Saharien d'Algérie, et s'abaissant en terrasses vers le Sebou, voilà le trait dominant de ce puissant massif, dont M. de Ségonzac a escaladé le pic suprême, l'Ari Aïach, à 4.250 mètres d'altitude. Il a visité la source mystérieuse du Sebou, où se perpétuent d'antiques rites sacrificiels (p. 231), et il a poussé sa reconnaissance jusqu'à la limite orientale du Moyen-Atlas, qui s'arrête, rempart formidable, devant la Moulouia : il séparerait ainsi le Maroc de l'Algérie (p. 200), si la trouée de Tâza n'ouvrait une communication aisée entre les deux pays. Il y a, page 216, une intéressante description de Tâza, qui est tout à fait actuelle. On sait que c'est la caractéristique de l'Afrique du Nord d'être divisée en compartiments qui n'ouvrent les uns sur les autres que par d'étroites cluses. Un des plus importants résultats obtenus par M. de Ségonzac est le déplacement que ses observations ont fait subir sur la carte à toute la région méridionale du Moyen-Atlas : l'Ari Aïach est reporté de 40′ à l'Ouest et Merrakech elle-même doit, comme l'avait démontré le capitaine Larras, être reculée de 20′ vers l'Océan.

La relation de M. de Ségonzac nous présente ce Moyen-Atlas, qui est le pays des Brâber, comme « riche, peuplé, avec des monts boisés et des vallées fertiles ». Les forêts semblent consister en thuyas, en cèdres, en chênes (probablement le chêne ballote); le chêne-liège serait surtout abondant dans la région méridionale du Rif. Ces données ne nous semblent pas suffire pour justifier le lyrisme avec lequel nous avons souvent entendu parler des richesses forestières du Maroc. La meilleure ressource du pays des Brâber paraît être l'élevage.

Notre auteur ne s'est pas borné à des observations géographiques, et les ethnographes trouveront à glaner à chaque page une foule de détails intéressants. Dans le Rif, où le voyageur dut se déguiser et avait moins de moyens d'information, ces détails sont nécessairement moins nombreux (curieuse description d'une mahalla, p. 39), mais ils abondent dans la partie qui concerne les Brâber. La présence du Chérif d'Ouezzân a permis à M. de Ségonzac d'assister à nombre de manifestations religieuses et rien n'est plus amusant que de le suivre dans cette tournée pastorale. Comment se peut-il qu'après cela il ait consacré une note (p. 149) à expliquer que le culte des saints n'existe pas chez les Berbères? « Ces démonstrations, dit-il, sont des hommages et non un culte ». Ayant écrit un Mémoire pour prouver le contraire, je me permets de protester amicalement : j'espère qu'on me dispensera de ressusciter à cette occasion l'interminable querelle des catholiques et des réformés sur le sens du mot « culte ». Je pourrais, d'ailleurs, invoquer l'auteur contre l'auteur lui-même, puisqu'il dit (p. 287) : « Le culte des saints, qui fut de toute antiquité si cher aux Berbères, a pris dans le Rif une incroyable extension ». Le proverbe de la page 149, que Mouliéras avait déjà cité, est traduit inexactement et ne prouve rien, étant visiblement d'origine littéraire. Parmi les innombrables cérémonies religieuses auxquelles l'auteur a assisté, il faut citer les danses de *khouân* ou membres des confréries musulmanes. La description d'une séance d'Aïssâoua avec l'horrible festin qui la termine (p. 158) est particulièrement saisissante. Je rappellerai à ce propos que les touristes peuvent voir à Tlemcen ce spectacle barbare : ayant

assisté aux fêtes des Aïssâoua à Méquinez et à Tlemcen, je puis assurer que ces dernières, moins grandioses, ne le cèdent en rien aux premières comme sauvagerie. M. de Ségonzac a naturellement vu aussi d'innombrables fantasias courues en l'honneur de son chérif et il en donne de bien jolies descriptions (p. 155 par exemple). Ce qui est encore plus curieux, c'est le récit d'un combat auquel il a assisté chez les Beni Mtir et qu'il décrit avec sa compétence spéciale : c'est un document précieux sur la manière dont se fait la guerre chez ces peuplades (p. 108). Une constatation, un peu inattendue, est celle de l'immoralité des Brâber : la pureté de mœurs des Berbères en général était jusqu'ici un lieu commun, malgré des exceptions notoires (certaines tribus kabyles, Aurès, ksoûr du Sahara...), et nous nous souvenons que M. Sabatier, au Congrès de Géographie d'Alger, chercha à démontrer par des chiffres la supériorité morale des Berbères sur les prétendus Arabes. En ce qui concerne spécialement les Berbères marocains, les travaux de Quedenfeldt et de Mouliéras nous les représentaient comme supérieurs en moralité aux Marocains réputés arabes : et voici que M. de Ségonzac nous dénonce leurs mœurs dissolues, leur immoralité conjugale (p. 127, 135, 136), les danses impudiques où ils se complaisent et qui ne sont qu'un « branle lascif » (p. 189). Nous devons avouer que nos observations personnelles sur les Chleuh de l'Atlas sont concordantes avec celle de notre voyageur.

L'ouvrage de M. de Ségonzac, en principe, ne comportait pas de notes. Du moment qu'il voyageait en pays inconnu, il pouvait livrer ses observations, nécessairement inédites, sans aucun commentaire et en laissant aux savants de cabinet le soin de mettre en œuvre ses matériaux. Pour le même motif, la partie intitulée « Renseignements » aurait pu, à notre avis, être éliminée ou, pour ce qui est inédit, fondue dans le texte : notes et renseignements contiennent, en effet, souvent des inexactitudes. La transcription des mots arabes, pour laquelle M. de Ségonzac réalise cependant d'énormes progrès sur les voyageurs ordinaires, est également fautive en maint endroit. Je crois, d'autre part, qu'il y a certains mots pour lesquels l'usage a consacré une orthographe qu'on ne peut plus changer. Aucun Français ne se résignera à écrire Çahra pour Sahara, Figig pour Figuig, Qoran pour Coran, qaïd pour caïd....

Je m'en voudrais, du reste, d'insister outre mesure sur des vétilles qui ne diminuent en rien la haute valeur de l'œuvre de M. de Ségonzac : j'aime mieux faire l'éloge des appendices scientifiques qui terminent l'ouvrage. M. de Flotte Roquevaire y a mis en lumière, avec sa grande compétence, les résultats nouveaux de l'exploration au point de vue de la Géographie physique. Les notices géologique, botanique et entomologique, signées de noms comme ceux de MM. Ficheur, Bonnet, Bedel, André, etc., sont en particulier des plus intéressantes à parcourir : elles démontrent surabondamment l'unité du Magrib (et ce mot en arabe désigne toute l'Afrique du Nord) et elles donnent bien, dans leurs énumérations, l'impression d'une autre Algérie.

L'ouvrage est écrit avec bon goût et avec une simplicité d'un art infini. La magie du style dissipe entièrement la monotonie habituellement inhérente aux récits de voyage. L'auteur excelle à commencer et à terminer le récit de chacune de ses étapes par quelques traits descriptifs gracieux, qui donnent l'impression de la nature marocaine et qui précisent chaque fois le cadre sans cesse renouvelé de l'itinéraire.

Des ouvrages comme celui-là sont parmi les plus beaux titres dont une nation puisse parer ses prétentions politiques, et c'est certainement le sens général qu'il faut donner à la belle préface dont M. Etienne a honoré l'œuvre du marquis de Ségonzac.

Edmond Doutté,
Chargé de Cours à l'École Supérieure des Lettres d'Alger.

4° Sciences médicales

Gley (E.), *Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris.* — **Etudes de Psychologie physiologique et pathologique.** — 1 *vol. in-8° de* 331 *pages de la Bibliothèque de Philosophie contemporaine.* (*Prix* : 5 *fr.*) *Félix Alcan, éditeur. Paris,* 1903.

La Psychologie physiologique forme une zone frontière entre deux sciences qui, par la pratique, ne se ressemblent en rien. De l'une à l'autre, l'origine et la culture des chercheurs, les méthodes, la langue même, diffèrent complètement; les *philosophes* et les physiologistes n'ont peut-être de commun que ceci : leurs ambitions sur cette zone frontière où les amène face à face la réalité objective de leurs études. Chacun des deux camps dénie à l'autre la compétence nécessaire pour observer et comprendre des phénomènes si délicats, et chacun des deux camps a raison sur ce point. Pour faire, en effet, de la Psychologie physiologique, il ne suffit pas d'être psychologue ou physiologiste; il faut réunir en soi ces deux cultures, séparées, chez nous, dès les rudiments, à la bifurcation du collège. De là, tant de mauvais travaux, qui prétendent vainement aborder les questions dont aucun penseur ne peut se désintéresser.

M. Gley est à la fois psychologue et physiologiste; il a commencé par des études de Philosophie, non point en amateur, mais en professionnel, et c'est par la Psychologie physiologique précisément qu'il a abordé la Physiologie. Depuis, il a fourni la carrière physiologique que l'on sait; mais il n'a point cessé pour cela de s'intéresser à l'objet de ses premières curiosités, et il nous le prouve aujourd'hui, en nous donnant ce livre qui mérite son titre, moins modeste qu'il le pourrait paraître, d'études de Psychologie physiologique.

Un livre de ce genre ne peut s'analyser dans le cadre de la présente bibliographie. C'est par le détail surtout que valent ces recherches; un esprit prudent comme M. Gley se garde le plus souvent d'y superposer des conclusions tranchées qui se puissent reproduire en quelques lignes. On peut indiquer seulement les têtes de chapitres sous lesquelles on trouvera, avec des recherches originales qui doivent une grande valeur à la forte éducation technique de l'auteur, l'état actuel de la science résultant d'une bibliographie solide et sérieusement critique :

1° *Les conditions physiologiques de l'activité intellectuelle.* C'est sur ce sujet qu'a porté le travail inaugural de M. Gley, il y a plus de vingt ans, à bonne école, chez Beaunis. Question capitale, puisqu'au fond elle comprend celle-ci : Le travail de la pensée est-il un travail matériel? Question délicate, puisque la masse d'organes directement intéressée est, en tout cas, minime par rapport à la masse du corps qui, indirectement, s'ébranle. Avec divers sous-chapitres, cette question occupe plus de la moitié du livre.

2° *Les mouvements musculaires inconscients.* Ici, le phénomène est net; les prétendues transmissions de pensée dépendent de mouvements inconscients produits automatiquement par certaines représentations mentales. M. Gley a été le premier, sinon à donner l'explication, du moins à en fournir la preuve expérimentale.

3° *Le sens musculaire*; recherches personnelles sur la question.

4° *Les aberrations de l'instinct sexuel.* Ici, le physiologiste expérimental n'a pas grand chose à voir. Mais le médecin, qui est vraiment un biologiste, pose dans leur jour scientifique et ramène à l'histoire naturelle (la déviation ayant pour explication la loi elle-même) des actes que la littérature et la pseudo-morale courante dramatisent et obscurcissent comme à plaisir.

Louis Lapicque,
Maître de Conférences à la Sorbonne.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 11 Avril 1904.

1° Sciences mathématiques. — M. **G. Mittag-Leffler** démontre un nouveau théorème général de la Théorie des fonctions analytiques. — M. **D.-Th. Egorov** étudie une classe particulière de systèmes conjugués persistants, dont les surfaces sont caractérisées par la propriété suivante : L'équation tangentielle relative au système des lignes de courbure admet comme solution particulière le coefficient η de l'élément linéaire $d\sigma$ de la représentation sphérique. — M. **G.-A. Miller** communique ses recherches sur les groupes d'opérations. — M. **Ed. Maillet** détermine la classe des substitutions d'ordre 2 en vue des applications à la Théorie des équations et à la Géométrie.

2° Sciences physiques. — M. **V. Crémieu** décrit une nouvelle balance azimutale, dite quadrifilaire, dont la stabilité est indépendante de la sensibilité. — M. **H. Poincaré** donne la théorie mécanique de cette balance. — M. **J. Meyer** a observé que les rayons N, sont émis par divers genres de sources; ils sont emmagasinés par l'aluminium, l'eau salée, une solution d'hyposulfite; ces rayons se réfractent et se diffractent. — M. **Alb. Colson** a constaté qu'il se dégage des rayons N quand on ajoute de la potasse à une solution de sulfate de zinc, tandis qu'il ne s'en produit pas dans l'opération inverse. Cette production de rayons paraît être due à la formation de sels basiques. — M. **A. Baudouin** a reconnu que, dans l'alcool méthylique, l'osmose électrique est encore notable, mais, en moyenne, plus faible que dans l'eau, dans les mêmes conditions. — M. **P. Lemoult** calcule par sa formule les chaleurs de combustion de composés organiques azotés et trouve un accord satisfaisant avec les données de l'expérience. — M. **L. Débourdeaux** décrit un nouveau procédé de dosage de l'azote dans les composés azotés par réduction avec le monosulfure et l'hyposulfite de potassium. — M. **A. Berg** a constaté que l'acide iodhydrique, suivant sa proportion, retarde ou accélère l'oxydation de l'acide sulfureux. Pour chaque solution de ce dernier, il semble exister une dose de HI qui n'influence pas l'oxydation. — M. **Et. Barral**, par chloruration en présence d'I, d'$AlCl^3$ ou de $SbCl^5$, a réussi à obtenir tous les degrés de chloruration du carbonate de phényle. — M. **L.-M. Bullier** rappelle qu'en 1895 il a indiqué un mode de formation du carbure de calcium par électrolyse d'un mélange de chlorure fondu, de chaux vive et de charbon; mais ce mode de préparation n'a pas donné de résultats satisfaisants au point de vue industriel. — MM. **H. Alliot** et **G. Gimel** préconisent l'addition ménagée d'oxydants dans les fermentations industrielles; ils favorisent puissamment la prolifération de la levure et détruisent les germes anaérobies qui viennent souvent troubler les fermentations. — M. **F. Battelli** et Mlle **L. Stern** ont déterminé la richesse en catalase des différents tissus animaux. Le foie vient en première ligne, puis le rein, la rate et le cœur; les muscles et le cerveau en contiennent peu. — M. **Ch. Porcher** communique de nouvelles preuves en faveur de l'hypothèse que le lactose résulte de la surproduction de glucose par l'organisme et de la transformation de celui-ci, par la mamelle, en sucre de lait. — M. **O. Gengou** a constaté que les précipités de sulfate de baryum et de fluorure de chaux agglutinent et hémolysent les globules lavés de lapin, de bœuf et de poule.

3° Sciences naturelles. — M. **Lannelongue** préconise l'emploi, en Pathologie, d'une méthode graphique qui a pour but d'apprécier les modifications de forme et les changements de rapports survenus dans les parties du corps humain, par l'inscription, sur le sujet vivant, au moyen de crayons ou de pinceaux, des altérations superficielles ou profondes. — M. **Ch. Henry** a mis en évidence la proportionnalité du travail statique T_e du muscle au travail W énergétiquement équivalent. — M. **Aug. Charpentier** a constaté que l'interposition de principes actifs, tels que la thyroïdine, l'ovarine et l'extrait testiculaire, entre un écran phosphorescent et l'organe qui les produit sur le vivant, renforce la phophorescence due aux rayons X dégagés par cet organe. — M. **R. Bayeux** a reconnu, par des expériences faites au Mont-Blanc, que la quantité d'oxyhémoglobine augmente dans le sang normal avec l'altitude, tandis que sa vitesse de réduction diminue. — M. **F. Bordas** montre que les lièges qui fournissent les bouchons communiquant aux liquides le « goût de bouchon » proviennent de chênes atteints de la maladie dite de la *tache jaune*. Cette maladie est due au développement de plusieurs moisissures, en particulier, de l'*Aspergillus niger*. — M. **E. de Wildeman** décrit une plante myrmécophyte et acarophyte nouvelle de la famille des Rubiacées, qu'il nomme *Randia Lujæ*. — M. **J. Brunhes** a observé que, dans tous les petits rapides de l'Europe centrale, il y a toujours plus de 90 °/₀ de tourbillons qui tournent dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. — M. **Th. Moureaux** a observé, au magnétographe de l'Observatoire du Val-Joyeux, le tremblement de terre du 4 avril, qui a eu son maximum d'intensité à Philippopolis, dans les Balkans.

Séance du 18 Avril 1904.

La Section d'Astronomie présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante par le décès de M. Callandreau : 1° M. **G. Bigourdan**; 2° MM. **Andoyer**, **M. Hamy** et **P. Puiseux**.

1° Sciences mathématiques. — M. **H. Poincaré** montre que la méthode horistique de Gylden conduit dans certains cas à des résultats fantastiques; c'est en vain qu'on essaiera de tirer de cette méthode des développements uniformément convergents au sens géométrique du mot. — M. **G. Mittag-Leffler** a découvert une nouvelle fonction entière simple. — M. **S. Bernstein** réduit le problème de la détermination d'une caractéristique d'une équation différentielle du second ordre, assujettie à passer par deux points réels fixes, au problème du prolongement analytique. — M. **M. Lerch** présente des recherches sur une série analogue aux fonctions modulaires. — M. **L. Schlesinger** montre que la plupart des recherches relatives aux groupes des équations différentielles linéaires deviennent beaucoup plus élégantes si on les rattache à un système de n équations du premier ordre. — M. **P. Duhem** démontre que, tant que la vitesse de transformation garde un signe invariable, de petites oscillations éprouvées par l'action observable au voisinage d'une valeur moyenne constante exercent seulement une faible influence sur les modifications d'un système affecté d'hystérésis et de viscosité, pourvu que le coefficient de viscosité soit grand par rapport à l'oscillation que peut éprouver la valeur de l'action observable. — M. **Considère** conclut de ses expériences sur les mortiers ou bétons que la résistance à l'écrasement d'un solide ayant une résistance propre C et un angle de frottement f est égale à

$$AC + \frac{P}{\operatorname{tang}^2\left(\frac{\pi}{4} - \frac{f}{2}\right)}$$

lorsqu'on exerce une pression P sur sa surface latérale. A est au moins égal à l'unité.

2° Sciences physiques. — M. **G. Meslin** a réussi à équilibrer une interférence de lame isotrope par une interférence due à la polarisation rotatoire, et cela par l'intercalation d'un quartz perpendiculaire à l'axe; mais la compensation ne se fait que si le rapport des épaisseurs est voisin de 15.000. On peut tirer parti de ce phénomène pour la mesure de très faibles variations d'épaisseur. — M. **M. Hamy** donne les résultats de ses mesures de longueurs d'onde des radiations du zinc, faites par la méthode interférentielle et par comparaison avec la raie rouge du cadmium. — M. **Edm. van Aubel** a constaté que la poudre de colophane impressionne à l'obscurité une plaque photographique recouverte de papier noir; une feuille de cuivre arrête les radiations de la colophane. — M. **C. Gutton** a observé que les oscillations hertziennes tombant sur un écran phosphorescent augmentent l'éclat de la phosphorescence quand on observe normalement, et la diminuent quand on regarde tangentiellement. — MM. **Favé** et **Carpentier** décrivent plusieurs types d'amortisseurs barbelés qui éteignent les oscillations de mobiles n'ayant pas besoin d'être réduits à une masse insignifiante. — M. **H. Moissan** a analysé deux échantillons de gaz des fumerolles de la Guadeloupe. Tous deux renferment CO^2, H^2S, Az, O et de l'argon. — MM. **H. Moissan** et **F. Siemens** ont constaté que la décomposition du silicium par l'eau, qui se produit dans les tubes de verre, est amorcée par la petite quantité d'alcalis que cède le verre à l'eau. Elle ne se produit pas, même à 100°, dans des tubes en platine. — M. **G. Chesneau** a reconnu que c'est la production de sulfure alcalin par action de H^2S sur l'acétate de soude, même en présence d'acide acétique libre, qui est la cause de l'affaiblissement apparent de celui-ci. — M. **L. Henry** montre que le produit cristallin qui se forme, à côté de l'acétol, dans la réaction de l'alcool méthylique sur le formiate pyruvique, est un polymère de l'éther méthylacétolique $CH^3CO.CH^2(OCH^3)$. — M. **A. Kling** a étudié le produit précédent et trouvé que c'est un dimère de l'acétolate de méthyle. Il peut se former directement par action de l'alcool méthylique sur l'acétol. — M. **J. Hamonet**, par l'action de HBr sur les éthers-oxydes $RO(CH^2)^nOR$, a obtenu des éthers halogénés $RO(CH^2)^nBr$, qui donnent facilement des dérivés magnésiens $RO(CH^2)^nMgBr$. Ceux-ci se prêtent à un grand nombre de synthèses nouvelles. — MM. **L.-J. Simon** et **A. Conduché** ont constaté que l'éther oxalacétique se condense avec les aldéhydes en présence d'ammoniaque pour donner des dérivés de substitution d'une cétopyrrolidone. — M. **Et. Barral** décrit les produits de chloruration du carbonate de phényle obtenus avec le chlorure d'antimoine. — M. **F. Taboury**, par l'action du soufre ou du sélénium sur les combinaisons organo-magnésiennes des hydrocarbures aromatiques, a obtenu les thio-ou séléno-phénols correspondants, mélangés d'une certaine quantité de disulfures ou de diséléniures provenant de leur oxydation. — M. **L. Bouveault** montre qu'on peut purifier et caractériser les divers alcools en en préparant les éthers pyruviques, qui se combinent avec la semicarbazide pour donner des combinaisons cristallisées caractéristiques. — M. **M. Tiffeneau** a obtenu deux acides β-méthylcinnamiques isomères dans l'action de CO^2 sur le dérivé magnésien de l'α-méthyl-ω-bromostyrolène. L'un fond à 129°, l'autre à 97°-98°. — M. **C. Béis**, en faisant réagir des composés organo-magnésins mixtes sur la phtalimide et la phénylphtalimide, a obtenu des corps se rattachant au groupe de l'isoindol. — MM. **E. Varenne** et **L. Godefroy** ont étudié, au moyen du chronostilliscope, les hydrates de l'alcool méthylique et de l'acétone. Le premier donne six hydrates, à 1, 2, 3, 5, 8 et 20 H^2O; la seconde fournit au moins trois hydrates, à 3, 4 et 8 H^2O. — M. **P. Petit** montre que l'enzyme saccharifiant se trouve dans l'orge à l'état de combinaison dédoublable par les acides et qu'une variation d'acidité peut donner à cet enzyme le pouvoir liquéfiant indépendamment de toute germination. — MM. **J. Chenu** et **Alb. Morel** ont constaté que les parathyroïdes contiennent une proportion d'iode beaucoup moindre que le corps thyroïde (environ 4 fois moins chez le chien).

3° Sciences naturelles. — MM. **M. Doyon** et **N. Kareff** ont reconnu que, si l'on enlève le foie et si l'on fait communiquer la veine porte avec une veine sus-hépatique, le sang devient incoagulable d'une façon définitive. — M. **J. Perraud** montre que les Lépidoptères nocturnes perçoivent les diverses radiations lumineuses du spectre et sont par elles différemment impressionnés. La lumière blanche est celle qui exerce la plus grande attraction sur ces papillons. — M. **Em. Fauré** décrit la structure du pédoncule de la *Vorticella convallaria* L. et son mode de fonctionnement. — M. **L. Laurent** a étudié un fruit ailé fossile, très abondant dans le Tertiaire du Cantal. Il montre qu'il est identique à ceux de l'*Abronia*, plante herbacée américaine actuelle appartenant aux Nyctaginées. — M. **E.-A. Martel** a étudié la source sulfureuse de Matsesta (Transcaucasie) et ses relations avec deux cavernes voisines qui ont été ses anciennes issues. — M. **M. Baudouin** a fait l'examen histologique et bactériologique de boues extraites à 10 mètres de profondeur d'un puits funéraire gallo-romain à la Nécropole du Bernard (Vendée). Il y a trouvé de nombreux microbes, en particulier des colibacilles, qui doivent provenir des cadavres d'animaux enfouis dans le tombeau. — M. **Marboutin** montre que le mûrissement d'un filtre se manifeste par la valeur de l'amplitude des variations journalières (0,5 mgr. au minimum) et la décroissance du minimum journalier de la teneur en oxygène dissous.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 5 Avril 1904.

M. **Kelsch** montre qu'à côté de la contagion directe par le germe, les causes secondes (surmenage, alimentation insuffisante, insalubrité des casernements, manque de lumière, alcoolisme, etc.) jouent un grand rôle dans le développement de la tuberculose dans l'armée.

Séance du 12 Avril 1904.

M. **J.-B. Montana y Florez** adresse un Mémoire sur la genèse des cellules du sang.

Séance du 19 Avril 1904.

M. **Paul Fabre** a constaté qu'il n'y a pas de maladie à symptômes caractéristiques qu'on puisse appeler *anémie des mineurs*. Par contre, les mineurs n'en sont pas moins exposés à une foule de causes anémiantes : 1° par déperdition (hémorragies); 2° par diminution ou cessation des fonctions hématogènes; 3° par usure excessive des globules (surmenage, maladies); 4° par mortification des globules (empoisonnement, cachexie, présence d'helminthes divers, etc.). La prophylaxie doit consister à surveiller l'aération, à s'assurer de la propreté des galeries et de la propreté individuelle, à veiller sur l'alimentation et à éviter tout excès et toute cause de surmenage. — M. **Kermorgant** signale de nombreux cas de lombricose aux colonies, en particulier en Indo-Chine. — M. **Chaput** lit un Mémoire sur la cocaïne locale en Chirurgie abdominale. — M. **Reynès** donne lecture d'un travail sur la castration ovarienne dans les cancers inopérables de la mammelle.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 26 Mars 1904.

M. **L. Dyé** a étudié la répartition des *Anophelinae* à Madagascar; ils sont particulièrement nombreux dans le Nord et le Sud, et, dans l'intérieur, à Maevatanana. — M. **Ch. Féré** signale un cas d'horripilation unilatérale paroxystique. — Le même auteur a étudié l'action physiologique du suc de valériane. La dégustation pro-

duit un effet excitant immédiat et très prononcé dans la fatigue. La dégustation d'acide formique produit aussi, dans la fatigue, une excitation intense. La fatigue a pour effet de diminuer le contrôle de l'effort. — M. **L. Camus** montre qu'on peut suivre très aisément l'écoulement de la lymphe à l'aide d'une fistule du canal thoracique dans le thorax chez les chiens chloralosés et légèrement peptonisés. Avec cette méthode, l'auteur a constaté que l'injection d'adrénaline est suivie d'un écoulement plus abondant de la lymphe. — M. **A. Lorand** a observé que le diabète n'apparaît chez les acromégaliques que lorsqu'ils présentent, depuis un temps plus ou moins long, des manifestations d'hyperthyroïdie. — M. **A. Laveran** signale la fréquence des hématozoaires du paludisme chez les enfants indigènes à Conakry. — MM. **Ch. Achard** et **M. Loeper** ont recherché l'action exercée *in vitro* sur diverses cellules par une série de substances en solutions également concentrées. La solution d'urée est celle qui altère le plus les cellules de la moelle osseuse. — MM. **Ch. Achard** et **G. Paisseau** décrivent les altérations cellulaires produites, en particulier dans le rein, par l'injection intra-veineuse de solutions hypotoniques et hypertoniques de diverses substances. — MM. **Aug. Pettit** et **Alb. Mouchet** présentent une observation de lymphadénome à évolution irrégulière, avec alternatives de régression et de progression. — M. **Mérieux** propose de diagnostiquer l'intoxication tuberculeuse chez l'homme par l'inoculation sous-cutanée à des cobayes tuberculeux de divers liquides de l'organisme. — M. **Ch. Dubois** montre qu'on peut juger, d'après les changements de coloration de la muqueuse linguale, de l'action des substances vasoconstrictives sur l'appareil vasculaire et le système vaso-moteur. — M. **L. Ducloux** a trouvé, chez l'*Emys leprosa*, une hémogrégarine nouvelle, qu'il nomme *H. bayensis*. — MM. **Vaquez** et **Ribierre** admettent que, dans le sang des ictériques, l'immunité des globules rouges vis-à-vis de l'action hémolytique de l'eau distillée et du taurocholate de soude est double, à la fois humorale et cytologique. — MM. **Brumpt** et **Wurtz** ont cherché à provoquer expérimentalement la maladie du sommeil chez divers animaux. La souris et le rat meurent en trois à quatre mois; leur sang fourmille de parasites. Le cobaye et le lapin meurent sans avoir présenté de parasites. Les singes présentent la maladie sous forme aiguë ou sous forme chronique. Le porc semble réfractaire, tandis que le chien montre des phénomènes marqués de somnolence. La maladie chez les animaux est une simple septicémie, avec production de toxine. — M. **A. Marie** a observé qu'en passant par l'encéphale des oiseaux, le virus de la rage, non seulement perd son activité, mais se comporte comme un vaccin vis-à-vis de l'organisme des Mammifères. — MM. **Launois**, **Loeper** et **Esmonet** ont découvert dans l'hypophyse des corps muriformes ou en rosace qui sécrètent une substance grasse. — M. **L. Launoy** a constaté que la pilocarpine provoque la sécrétion du suc gastrique; elle la diminue chez les animaux à pneumogastriques sectionnés. Elle provoque également la sécrétion pancréatique, en partie par action directe sur le pancréas, mais surtout par action indirecte (par passage de la sécrétion gastrique dans le duodénum). — M. **P. Wintrebert** montre que, entre les 10e et 12e paires nerveuses, existe un centre sensitif et moteur pour la queue tout entière des larves d'Anoures. Il détermine, d'autre part, la limite des zones périphériques d'innervation réflexe des centres nerveux dans la queue des Urodèles. — M. **A. Frouin** a constaté que, si l'on évapore du suc gastrique pur dans le vide, à la température ordinaire, tout l'acide chlorhydrique disparaît; HCl serait donc entièrement libre.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 13 Avril 1904.

M. **P. Lauriol** présente le photomètre Symmance et Abbady. Un disque tournant, convenablement chanfreiné, présente tour à tour à l'observateur, en un même point de l'espace, des surfaces éclairées par l'une ou l'autre des deux sources de lumière à comparer. Avec une fréquence convenable (environ 6 par seconde), il se produit un papillotement qui cesse lorsque, en réglant convenablement les distances, on a égalisé l'éclat des deux surfaces. L'appareil demande encore divers perfectionnements, mais paraît se prêter un peu mieux que d'autres aux mesures, surtout pour deux sources de couleurs différentes. Toutefois, l'étude complète est encore à faire. M. **A. Broca** fait remarquer que le principe du photomètre présenté lui semble inexact. On ne peut définir d'une manière précise l'égalité de deux lumières de couleurs différentes. Elles donnent des notions qui pourront toujours se distinguer l'une de l'autre. Le phénomène mis en jeu est physiologiquement différent du phénomène d'égalité d'éclat apparent; il faut établir par des expériences concluantes si, oui ou non, il donne des résultats concordants avec la détermination directe avant de pouvoir se prononcer définitivement sur sa valeur. — M. **Lemoine** présente à la Société la lampe *Sol* de M. **Dillemann**, ingénieur des Arts et Manufactures. Cette lampe à incandescence, par l'alcool, d'une construction et d'une manœuvre très simples, peut rendre de grands services pour les projections dans les laboratoires qui ne disposent pas de l'électricité ou de la lumière oxhydrique. — M. **Jobin** présente le spectroscope autocollimateur Fabry et Jobin, qui a figuré à l'Exposition annuelle de la Société, à Pâques. Il rappelle les avantages généraux de l'autocollimation en spectroscopie. La disposition du spectroscope Fabry et Jobin est la suivante : La lumière émise par la fente placée sur le côté de l'appareil tombe sur un petit prisme à réflexion totale qui renvoie la lumière dans l'axe de l'appareil. Le faisceau lumineux traverse ensuite l'objectif, en sort parallèlement, se réfracte successivement dans deux prismes de flint et se réfléchit sur un miroir plan. Après cette réflexion, il traverse à nouveau, en sens contraire, les deux prismes, puis l'objectif, et vient ainsi, après quatre dispersions, peindre un spectre dans le plan focal de l'objectif. Ce spectre est examiné à l'oculaire ou bien reçu sur une plaque photographique. Les caractéristiques de cet appareil sont les suivantes : 1° Les prismes et le miroir sont mobiles sur des alidades qui, grâce à un système de cames en développante de cercle, dont M. Jobin explique l'épure, ont des mouvements angulaires dans les rapports 1-3-4, et sont ainsi maintenues automatiquement au minimum de déviation pour toutes les régions du spectre; 2° Les centres de rotation des alidades portant les prismes sont choisis de telle façon que les prismes et le miroir restent constamment centrés sur le faisceau lumineux. M. Jobin indique ensuite les résultats que M. Fabry a obtenus : Par exemple, dans la région *b* du spectre ($\lambda = 520$), M. Fabry a pu voir toutes les raies marquées sur les cartes de Rowland.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 11 Février 1904 (suite).

MM. **J.-A. Ewing** et **L.-H. Walter** décrivent une *nouvelle méthode pour découvrir les oscillations électriques* au moyen d'un indicateur approprié à la télégraphie sans fil. Il est basé sur l'indicateur d'hystérésis d'Ewing et utilise le changement que produisent les oscillations électriques dans l'hytérésis d'un métal magnétique exposé aux inversions du magnétisme au moyen d'un champ tournant. L'hystérésis permet au métal magnétique d'être traîné après le champ, et ce traînage est contrebalancé par un ressort, une déviation définie du métal étant produite par ce moyen. Lorsque les oscillations se produisent, cette déviation subit un changement soudain, qui constitue l'indication. Dans les conditions des premières expériences, les auteurs ont trouvé, comme ils s'y attendaient, une réduction de la

déviation de l'hystérésis lorsque les oscillations se produisaient. Mais, dans des expériences subséquentes, lorsque le métal magnétique était arrangé sous la forme d'un fil d'acier fin isolé, à travers lequel les oscillations électriques devaient passer, ils ont trouvé qu'elles produisaient une grande augmentation de la déviation. En ce qui concerne la télégraphie sans fil, l'instrument a l'avantage de donner des effets métriques. Au point de vue physique, l'augmentation de l'hystérésis est intéressante et inattendue. Elle est probablement due à ce que la magnétisation circulaire oscillatoire facilite le processus magnétisant longitudinal en permettant au fil d'acier de prendre une magnétisation beaucoup plus grande à chaque inversion qu'il ne le ferait autrement, et ainsi en augmentant indirectement l'hystérésis d'une telle façon que l'influence réductrice directe des oscillations est anéantie. Le résultat net semble dépendre de deux influences antagonistes, et dans un fil d'acier fin, dans les conditions de l'expérience, l'influence qui fait augmenter l'hystérésis, par suite de l'augmentation de l'induction magnétique, est de beaucoup la plus puissante. — **M. J.-A. Harker** présente ses recherches sur *les étalons de haute température du Laboratoire national de Physique et la comparaison des thermomètres de platine et des thermo-jonctions avec le thermomètre à gaz*. C'est une continuation du travail du Dr P. Chappuis et de l'auteur (*Phil. Trans. A.*, 1900) sur une comparaison de l'échelle du thermomètre à gaz avec celle de certains thermomètres de platine allant d'une température inférieure à zéro jusqu'à 600° C. Les résultats de ce travail ont confirmé les expériences de Callendar et Griffiths et ont montré que les indications du thermomètre de platine peuvent être réduites à l'échelle normale au moyen de la formule de différence de Callendar : $d = T - pt = \delta[(T/100)^2 - T/100]$, dans laquelle pt indique la température du platine, T la température sur l'échelle normale, et δ une constante, laquelle, pour le platine pur, est d'environ 1,5. Les températures choisies pour la détermination de δ sont 0° C., 100° C., et le point d'ébullition du soufre. Dans ce travail, les recherches ont été étendues jusqu'à une température de 1.000° C.; un certain nombre de thermo-jonctions types de platine — platine-rhodium ont aussi servi pour les comparaisons. Les divers instruments, après la détermination de leurs constantes, ont été éprouvés ensemble dans des fours à résistance électrique spécialement construits, chauffés par une batterie spéciale dans laquelle des températures de 100° à 1.100° C. pouvaient être maintenues constantes pendant un temps considérable. Les recherches montrent que : 1° les lectures des thermomètres de platine BA_2 et K_2, lesquels peuvent être considérés comme instruments représentatifs lorsqu'elles sont réduites à l'échelle du thermomètre à air par l'emploi de la formule de différence de Callendar, sont, jusqu'à une température de 1.000° C., en complet accord avec les résultats obtenus avec le thermomètre à volume constant à azote contenant de l'azote chimique et utilisant la valeur courante pour la dilatation de la porcelaine de Berlin avec laquelle la cuvette est construite ; 2° les thermomètres de platine s'accordent de très près avec une série de thermo-jonctions représentant l'échelle de température du *Reichsanstalt*, basée sur des mesures prises avec un thermomètre à gaz ayant une cuvette de platine-iridium. Comme les résultats de ces expériences semblent justifier très complètement l'emploi de la formule parabolique de Callendar sur une vaste échelle, une table a été calculée par laquelle la valeur T peut être obtenue directement de la valeur de pt pour un intervalle de température compris entre 200° et 1.100° C. et pour la valeur 1,5 de la constante δ. — **M. W.-J.-S. Lockyer** expose ses recherches *sur la variation des taches solaires en latitude*, de 1861 à 1902, d'où il tire les conclusions suivantes : 1° La loi de Spörer sur les zones de taches n'est qu'approximativement exacte et ne donne qu'une idée très générale sur la circulation des taches solaires; 2° les courbes de Spörer sont les résultantes intégrées de deux, trois et quelquefois quatre courbes de régions d'activité des taches, chacune de ces dernières diminuant presque continuellement en latitude ; 3° les réductions de Spörer et plusieurs autres ont indiqué la nature ondulée particulière de la courbe intégrée, particularité que l'auteur montre, en grande partie, réelle et non pas due à des erreurs d'observation ; 4° les explosions de taches dans les hautes latitudes ne sont pas restreintes aux époques de minimum de taches solaires ou aux environs, mais se produisent même jusqu'aux époques de maximum ; 5° les commencements successifs des régions d'activité des taches aux hautes latitudes entre un minimum et un maximum de taches semblent étroitement liés aux régions d'activité des proéminences dans ces périodes. — **M. Ed. Matthey** : Sur les étalons constants de plaques pour l'essai de l'argent.

Séance du 18 Février 1904.

Sir **N. Lockyer** poursuit ses études sur *la classification thermique des étoiles*, basée sur la comparaison de leurs spectres. Quand deux spectres, intenses dans la région $H\beta - H\gamma$, sont comparés, on trouve que, dans les étoiles les plus froides, les émissions dans le rouge sont prépondérantes, tandis que, dans les étoiles les plus chaudes, l'ultra-violet est plus étendu et plus intense. L'auteur confirme sa précédente conclusion, d'après laquelle les étoiles peuvent être divisées en deux séries, l'une à température ascendante, l'autre à température descendante. A la base se trouvent les étoiles Antariennes et Pisciennes, au sommet les étoiles du type de γ Argus. — **M. M.-W. Travers** a étudié la formation des solides aux basses températures, et spécialement de l'hydrogène solide. Quand on refroidit lentement un liquide organique, comme l'acéto-acétate d'éthyle, jusqu'à la température de l'air liquide, il se transforme en un solide cristallin, la formation des cristaux commençant sur les bords et se propageant rapidement dans toute la masse. Si, par contre, le refroidissement a lieu très rapidement, il se forme une substance vitreuse dure, qui est, en réalité, un liquide à haute viscosité, dont les propriétés diffèrent de celles des solides cristallins, et qu'on peut appeler *pseudo-solide*. L'auteur a recherché ce qui se passe dans la solidification de l'hydrogène liquide. Lorsque ce dernier est soumis à l'ébullition dans le vide, sa température s'abaisse sans qu'il paraisse devenir plus visqueux ; à la longue, il se forme à la surface des pellicules d'une substance vitreuse incolore, qui sont brisées par les bulles, puis qui finissent par remplir le vase ; par agitation, on constate que le liquide qui reste ne paraît guère plus visqueux ; enfin, la masse contient tellement de solide qu'elle devient pâteuse, puis homogène. Le solide obtenu s'évapore très rapidement ; il a l'apparence de glace partiellement fondue et ne présente pas de cristaux. L'auteur pense toutefois que l'hydrogène solide est une substance cristalline et non un pseudo-solide ; la constance de sa pression de fusion semble l'indiquer. La question de la formation des solides à basse température a une grande importance biologique : il est, en effet, probable que, si des organismes vivants étaient refroidis à des températures où les changements physiques, tels que la cristallisation, ont lieu avec une vitesse mesurable, l'effet serait mortel. — **M. J. Walker** esquisse une *théorie des électrolytes amphotères*. Sous ce nom, on désigne les électrolytes qui sont capables d'agir comme acides vis-à-vis des bases, et comme bases vis-à-vis des acides. L'un des types les plus simples est celui des amino-acides, comme la glycine, $AzH^2.CH^2.COOH$. La théorie de l'ionisation et de la conductibilité électrique des solutions aqueuses de substances amphotériques peut être obtenue par une application rationnelle de la loi de l'action de masse et de la théorie d'Arrhénius. Si l'électrolyte anhydre est représenté par la formule X et la forme hydratée par la formule HXOH, les ions en solution seront :

$$\underset{a}{H^+},\ \underset{b}{OH^-},\ \underset{c}{XOH},\ \underset{d}{HX^+}:$$

les lettres inférieures représentant les masses actives pour l'équilibre des ions correspondants. En représentant par u la somme des masses actives des formes non ionisées, et en considérant l'équilibre des différentes paires d'ions positifs et négatifs, on arrive aux expressions suivantes :

$$a = \sqrt{\frac{K + k_a u}{1 + \frac{k_b}{K} u}};\quad b = \frac{K}{a};\quad c = k_a u a;\quad d = \frac{k_b u a}{K},$$

dans lesquelles K représente le produit ionique pour l'eau, k_a la constante de dissociation de l'électrolyte amphotère agissant comme acide et k_b la même constante pour l'électrolyte agissant comme base. La valeur de K est bien connue; k_a et k_b peuvent être déduits de mesures du degré de dissociation hydrolytique des sels de l'électrolyte amphotère. Pour les électrolytes faiblement ionisés, u est presque égal à la masse active totale. Il est donc possible de calculer les concentrations des divers ions; de celles-ci et des vitesses ioniques correspondantes on calcule la conductibilité électrique de la solution. Le calcul a été fait pour les acides aminobenzoïques; les résultats concordent avec les valeurs observées.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 25 Mars 1904.

M. **J. Fleming** montre que, pour de longs solénoïdes (longs d'au moins 50 fois leur diamètre), l'inductance peut être calculée à 1 % près au moyen de la règle : inductance en cm. = longueur de fil dans l'unité de longueur du solénoïde × longueur totale du fil dans le solénoïde entier en cm. Au moyen d'une inductance ainsi déterminée, on peut mesurer de faibles capacités, comme celle d'une bouteille de Leyde. L'auteur présente, enfin, un étalon d'inductance gradué en microhenrys. — Le même auteur présente un ampère-mètre à fil chaud pour la mesure de très faibles courants alternatifs (0,002 amp.). — M. **C. G. Barkla** expose ses recherches sur l'énergie des rayons Röntgen secondaires. Des électroscopes sont placés dans un faisceau primaire de rayons Röntgen, et dans un faisceau secondaire provenant de l'air dans une direction perpendiculaire à celle de la propagation des rayons primaires. En comparant les vitesses de décharge, avec ou sans interposition de plaques d'absorption en aluminium, on trouve que l'absorbabilité des rayons secondaires diffère de celle des rayons primaires de moins de 5 % de sa valeur. Les pouvoirs ionisants des deux radiations sont, de même, presque égaux. L'énergie de la radiation secondaire émise par certaines substances légères, placées dans un faisceau primaire d'intensité définie, est proportionnelle à la quantité de matière traversée. Dans le passage des rayons X à travers l'air atmosphérique normal, la diminution d'intensité due à la radiation secondaire est de l'ordre de 0,02 % par centimètre.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 23 Mars 1904.

Séance générale annuelle. La Société procède à l'élection du Bureau pour l'année 1904. Sont nommés :

Président : M. **W. A. Tilden**;

Vice-Présidents : MM. **H. T. Brown**, **H. B. Dixon**, **W. R. Dunstan**, **P. F. Frankland**, **D. Howard** et **R. Meldola**;

Secrétaires : MM. **W. P. Wynne** et **M. O. Forster**;

Secrétaire-étranger : Sir **W. Ramsay**;

Trésorier : M. **Al. Scott**.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION CANADIENNE

Séance du 18 Février 1904.

M. **E. A. Le Sueur** communique ses recherches sur la condensation fractionnée de l'air et la production commerciale de l'oxygène. — M **A. Mc Gill** étudie les moyens d'améliorer les eaux destinées à l'alimentation des chaudières. Un des grands inconvénients de certaines de ces eaux, c'est l'écume qu'elles forment à l'ébullition. Pour éviter cette formation, il faut que la proportion de sels de sodium en solution ne dépasse pas un maximum : 1,5 ‰. La chaux caustique en excès est également nuisible en présence de graisses saponifiables, qui sont toujours présentes dans les concentrés des chaudières. Il faut donc éviter un excès de chaux dans le traitement des eaux. Enfin, la matière solide en suspension prédispose à la formation d'écume; il faut donc alimenter les chaudières avec de l'eau aussi claire que possible.

SECTION DE MANCHESTER

Séance du 5 Février 1904.

MM. **W. J. Pope** et **J. Hubner** ont étudié les altérations de structure qui se produisent dans le mercerisage du coton. Ils donnent la cause vraie de la production du lustre par immersion dans la soude caustique et étirage subséquent. Les fibres de coton étant maintenues dans le fil ou le tissu ne peuvent se dérouler entièrement et librement comme si elles étaient plongées séparément dans le caustique, chaque fibre étant gênée par son contact avec d'autres. Quand le fil ou le tissu est ensuite tendu dans l'état encore gélatineux produit par l'action de la soude, les fibres sont redressées et les angles doux et arrondis qui produisent le lustre sont alors formés.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BERLIN

Séance du 24 Mars 1904.

M. **E. Fischer** présente les résultats de ses recherches, faites avec la collaboration de M. **F. Wrede**, sur la chaleur de combustion de quelques composés organiques. Afin de réaliser une précision plus grande dans la graduation de la bombe calorimétrique de M. Berthelot, les auteurs ont engagé MM. Jäger et von Steinwehr à élaborer, à l'Institut Impérial Physico-Technique, un nouveau procédé électrique spécial. Après avoir déterminé à l'aide d'un instrument gradué par cette méthode les chaleurs de combustion de 35 composés organiques, les auteurs se servent de leurs résultats pour discuter, entre autres, la formation des polypeptides et la liaison double conjuguée. — M. **J.-H. van't Hoff** continue ses recherches sur les conditions de formation des dépôts de sels océaniques. Dans la présente communication, il étudie d'une façon quantitative, de concert avec MM. **Sachs** et **Blach**, les 20 solutions à composition constante régissant la cristallisation à la température de 83°. — M. **Königsberger** présente un Mémoire sur *Les Ondes aqueuses* trouvé par M. Wien dans la succession de Von Helmholtz, ainsi que deux Mémoires incomplets, mais qu'il serait facile de compléter, sur le Mouvement des Liquides compressibles à symétrie autour d'un axe, et enfin une étude sur l'Allure des Tourbillons à Déroulement spiral, étude qui en est restée à son commencement.

ALFRED GRADENWITZ.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Séance du 4 Mars 1904.

MM. **F. Kohlrausch** et **F. Henning** ont étudié la conductivité des solutions aqueuses de bromure de radium.

On pouvait supposer que les sels de radium, à l'état d'électrolytes, présenteraient des phénomènes particuliers, soit en raison du poids atomique élevé de cet élément, soit par suite de son influence ionisatrice. Or, les expériences des auteurs font voir que les solutions de bromure de radium de concentration variant entre 1/12.000 et 1/20 norm. ont une allure parfaitement analogue à celle des sels chimiquement voisins. En effet, la courbe représentatrice ne fait voir l'existence ni d'une hydrolyse, ni d'une altération temporaire en présence du platine nu, alors que les modifications observées avec des électrodes platinées sont très peu considérables. La même analogie se constate dans le cas du coefficient de température, que les auteurs trouvent égal à 0,024 à la température de 18° pour l'ion de radium au sein de l'eau. La conductivité équivalente des solutions, à cette même température, augmente de 100 à 124 dans l'intervalle de concentration précité.

ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 3 Mars 1904.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **Fr. Hocevar** communique ses recherches sur la décomposition des formes algébriques en facteurs linéaires. — M. **R. Daublebsky von Sterneck** : Une analogie dans la théorie des nombres additifs. — M. **G. Horn** a déterminé d'une façon définitive la trajectoire de la comète 1889 VI (Davidson); elle est elliptique; sa période de révolution est comprise entre 5.600 et 23.000 ans. — M. **Ad. Hnatek** a déterminé définitivement l'orbite de la comète 1826 V et calculé son passage devant le disque solaire. La trajectoire est parabolique; quelques heures après son passage au périhélie, cette comète s'est présentée devant le Soleil, ainsi que l'a observé Gambart; le calcul confirme ses observations.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — MM. **E. Suess, F. Becke** et **Fr. Exner** ont déterminé l'action sur une plaque photographique de 4 échantillons de pechblende uranifère conservés au Cabinet minéralogique de la Cour depuis 1805, 1807, 1814 et 1853. L'intensité des images obtenues après une exposition de 92 heures est presque identique à celle qu'on obtient avec des minerais récents. Pendant une durée d'un siècle, il n'y a donc pas de diminution appréciable de l'action photographique. — M. **H. Hofer** explique la production du magnétisme dans certaines briques par la cuisson. L'argile non magnétique renferme toujours de l'oxydule ou de l'hydrate de fer. Par la cuisson sur un bon feu, l'oxydule se transforme partiellement en oxyde; par cuisson sur un feu fumant, avec flamme riche en C et CO, l'hydrate est partiellement réduit en oxydule. Dans les deux cas, il se forme de l'oxyde de fer oxydulé ou magnétite. — M. **H. Meyer** considère l'acide diéthylanthranilique comme une pseudo-bétaïne; il fond à 120°-121°, il est neutre aux alcalis, donne un periodure et fournit des sels avec les acides minéraux. — M. **M. Fortner** a transformé le 2-aminofluorène en cyanofluorène et obtenu par saponification l'acide fluorène-méthylique, dont le chlorure se condense avec le benzène pour former le benzoylfluorène. L'acide fluorène-méthylique, d'autre part, est oxydé en acide fluorénone-méthylique, identique à l'acide fluorénone-monocarbonique dérivé du rétène. — M. **L. Langstein** : Les hydrates de carbone de la sérum-globuline. — M. **P. H. Greilach** : Recherches d'analyse spectrale sur la formation de la chlorophylle dans les plantes.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. **F. Siebenrock** décrit quelques tortues provenant du nord du Brésil.

Séance du 10 Mars 1904.

SCIENCES PHYSIQUES. — MM. **J. Herzig** et **J. Pollak** décrivent l'éther monométhylique de l'acide pyrogallolcarbonique $C^6H^2(COOH)(OH)^2(OCH^3)(1:2:3:4)$, qui se décompose avec perte de CO^2 pour donner l'éther pyrogallol-1-monométhylique. De l'éther diméthylique de l'acide pyrogallolcarbonique $C^6H^2(COOH)(OH)(OCH^3)^2$, on obtient de même l'éther pyrogallol-1:2-diméthylique encore inconnu. — M. **W. Pauli** a constaté qu'il suffit de 2 à 3 gouttes d'un éther sulfocyanique en injection intra-veineuse pour amener la mort, tandis qu'il faut jusqu'à 10 grammes d'un sulfocyanure métallique pour obtenir le même effet. La différence provient de la vitesse différente avec laquelle l'anion actif pénètre dans les cellules; cette vitesse est de beaucoup accrue par l'union avec un alkyle.

Séance du 17 Mars 1904.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **H. Buchholz** présente la suite de ses recherches sur le mouvement du type 2/3 dans le problème des trois corps, auquel obéissent les planètes du groupe de Hilda. — M. **H. Mache** étudie la vitesse d'explosion dans les gaz tonnants homogènes. En se basant sur deux hypothèses nouvelles, il retrouve un théorème de Gouy, d'après lequel la consommation de gaz d'une flamme ne dépend pas de la forme, mais de la superficie de la surface de combustion. Ce théorème se vérifie expérimentalement.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. **J. Billitzer** poursuit ses recherches sur la théorie des phénomènes électrocapillaires. Il montre que la double couche disparaît vers — 0,4 volt contre l'électrode d'hydrogène, la capacité de polarisation de Pt, Ag, Pb passant par un maximun en ce point. — M. **J. Donau** montre que certaines fibres végétales sont très propres à la recherche microchimique de l'or. Un fil de cocon, trempé dans un mélange de chlorure de zinc et de pyrogallol, lavé, puis porté dans une gouttelette d'une solution d'or extrêmement diluée, rougit par suite de la formation d'or colloïdal. — M. **R. Ofner** a constaté que le sucrose fournit une osazone avec la benzylphénylhydrazine, tandis que la méthylphénylhydrazine ne donne d'osazone qu'avec les sucres cétoniques. — MM. **F. Wenzel** et **A. Schreier** ont obtenu la tétraméthyltrioxyfluorone par union de la diméthylphloroglucine avec son aldéhyde et par l'action de H^2SO^4 concentré sur la méthylène-bis-diméthylphloroglucine. Par réduction, elle fournit le tétraméthyltétraoxyxanthène. — MM. **W. Heinisch** et **J. Zellner** ont étudié, au point de vue chimique, le champignon des mouches, l'*Amanita muscaria* L. L'analyse des cendres montre une forte teneur en K et P^2O^5 et une teneur minime en Ca. L'extrait à l'éther de pétrole renferme une graisse riche en acides palmitique et oléique libres et un corps, F. 154°, qui semble identique à l'ergostérine.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 19 Mars 1904.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **D. J. Korteweg** présente au nom de M. **F. Schuh** : *Une relation de réalité se rapportant aux courbes planes réelles et imaginaires à singularités supérieures.* En 1876, M. F. Klein a étendu une relation trouvée par M. H. G. Zeuthen pour le cas d'une courbe C^4 du quatrième ordre à une courbe algébrique quelconque dont l'équation n'admet que des coefficients réels et qui ne possède que les quatre singularités Plückériennes ordinaires, en démontrant la formule $n + \beta' + 2\tau'' = k + \alpha' + 2\delta''$, où n et k indiquent l'ordre et la classe, tandis que β', α', τ'', δ'' représentent les nombres de singularités *réelles* : points d'inflexion, points de rebroussement, tangentes doubles isolées et points doubles isolés. M. Schuh étend cette équation à des courbes planes à singularités supérieures dont l'équation admet des coefficients complexes et fait voir que, par cette généralisation, l'équation elle-même prend la forme plus simple $n + \Sigma' t^1 = k + \Sigma' t^1$, où $\Sigma' t^1$ représente la somme des ordres des singularités à point réel, $\Sigma' \nu^1$ la somme des classes des singularités à tangente réelle. L'auteur considère comme *élément* de la courbe un point de la courbe avec la tangente correspondante faisant partie d'une branche à un seul développement en série suivant Puiseux à expo-

sants entiers ou fractionnaires; cet élément est singulier : 1° Si le point ou la tangente est singulier ou s'ils le sont tous les deux; 2° Si le point ou la tangente ou tous les deux font partie de plusieurs éléments; 3° Si le point est réel et la tangente imaginaire ou inversement.

2° Sciences physiques. — M. H. **Kamerlingh Onnes** présente en son nom et au nom de M. C. **Zakrzewski** : *Contribution à la connaissance de la surface ψ de van der Waals.* IX : Les conditions de coexistence de mélanges binaires de substances normales d'après la loi des états correspondants. 1. Le traitement graphique des conditions de coexistence. 2. L'équation d'état réduite empiriquement. 3. Validité de la loi des états correspondants pour des mélanges. 4. Détermination des quantités critiques des mélanges supposés indécomposés. 5. Les lignes ψ réduites. 6. La surface ψ des mélanges de chlorure de méthyle et d'acide carbonique à — 25°. Modèle de la surface. Les lignes binodales et les tangentes joignent deux phases coexistantes. 7. Simplification de la détermination des conditions de coexistence au cas où la phase liquide se trouve de beaucoup au-dessous de sa température critique. 8. Application de la loi empirique de la tension de vapeur réduite de substances pures aux phénomènes de coexistence chez les mélanges. Le travail est illustré par deux planches, dont l'une montre la forme de la surface. — M. A. F. **Holleman** : *Sur la réaction de* HOOH *sur les dicétones* 1 : 2 *et sur les acides α-cétoniques.* Communication en rapport avec les réactions $R.CO.CO^2H + HOOH = R.COOH. + HOCO^2H$ $(= H^2O + CO^2)$, et $RCO.CO.R^1 + HOOH = R.CO^2H + R^1.CO^2H$. — M. C. A. Lobry de Bruyn présente au nom de M. C. L. **Jungius** : *La transformation mutuelle des deux pentacétates stéréoisomères de d-glucose.* D'après l'auteur, le troisième pentacétate stéréo-isomère, fondant à 86°, décrit par M. Tanret en 1895, n'est qu'une combinaison des deux autres. Il représente la constitution de ces deux isomères par la formule

$$\underbrace{AcO.CH.CHOAc.CHOAc.CH.CHOAc.CH^2OAc}_{O}$$

où $Ac = CH^3.CO$, la présence de l'atome de carbone asymétrique à gauche expliquant l'existence des deux isomères. Il détermine la vitesse de transformation à l'aide du polarimètre de Schmidt et Haensch et trouve que l'expression $\frac{1}{t} \log \frac{\alpha_1 - \alpha_0}{\alpha_1 - \alpha}$ est constante pour les deux isomères. — Ensuite, M. de Bruyn présente au nom de M. J. J. **Blanksma** : *Sur la substitution dans le noyau du benzène.* Littérature du sujet, se rapportant à la solution de la question : Pourquoi tel groupe dirige-t-il tel autre vers les positions ortho et para ou bien vers la position méta : Armstrong (1887), Crum Brown et Gibson, Hoffmann, Bamberger, Hantzsch, Chattaway et Orton, Flürschheim (1902), Holleman. Résultats de l'auteur : Si, dans le noyau du benzène, un, deux ou trois groupes OH, AzH^2 ou CH^3, ou toutes les combinaisons avec répétition de ces substances deux à deux ou trois à trois, se trouvent dans les positions 1, 3, 5, on pourra introduire, dans des circonstances favorables, les groupes CH^3, $CH^2OH(CH^2Cl)$, $COH(CHCl^2)$, $COOH(CCl^3)$, $COCH^3$, COC^6H^5, SO^3H, I, Br, Cl, $AzO^2(AzO, AzAzC^6H^5)$, etc., dans le noyau, et cela d'autant plus facilement qu'il y a plus de groupes OH, AzH^2 ou CH^3. En ce qui concerne la substitution indirecte, où les nouveaux composants se placent d'abord dans la chaîne secondaire pour émigrer ensuite vers le noyau, on doit examiner : 1° La différence d'énergie entre les substances admettant des groupes dans la chaîne secondaire ou dans le noyau, c'est-à-dire la quantité de chaleur qui se dégage au moment de ce déplacement d'un groupe de la chaîne secondaire vers le noyau; 2° La vitesse de ce déplacement et comment elle varie sous l'influence de groupes différents en des positions différentes; 3° Dans quelles circonstances le remplacement de groupes déterminés par d'autres groupes a lieu. — M. Franchimont présente la thèse de M. G. C. A. **van Dorp** : « Sur les produits de nitration des dérivés de la tétrahydroquinoline ».

3° Sciences naturelles. — M. W. **Einthoven** : *Quelques applications du galvanomètre à corde* (voir *Rev. génér. des Sc.*, t. XIV, p. 968). Dans les recherches récentes de M. et Mme Curie qui ont conduit à la découverte du radium, l'intensité du courant dont ils se sont servis fut mesurée à l'aide d'une lame de quartz piézo-électrique; M. Einthoven exécute beaucoup plus facilement cette détermination à l'aide du galvanomètre à corde. Expériences avec quelques milligrammes d'un sel de radium. Détermination de l'intensité de courants extrêmement faibles. Mise en évidence de quantités minima d'électricité. Enregistrement de sons. Etude des sons phonétiques et des sons du cœur. Le galvanomètre à corde démontre les courants d'action d'un muscle ischiadique de grenouille engendrés par l'irritation accompagnant l'ouverture et la fermeture d'un courant constant avec toutes les particularités exigées par la loi de contraction de Pflüger. Peut-être arrivera-t-on ainsi à de nouvelles conceptions sur la manière dont les nerfs réagissent aux excitations. — M. H. de Vries présente au nom de M. E. **Verschaffelt** : *Détermination de l'action des poisons sur les plantes.* Si un morceau d'un organe vivant d'une plante terrestre est mis dans l'eau, il se remplit d'eau à cause des propriétés osmotiques du protoplasma, et cette eau gonfle les parois des cellules jusqu'à ce qu'elles ne soient plus capables d'extension. Au contraire, si l'organe est mort, au lieu de s'emparer de l'eau, il perd une certaine quantité de l'eau qui gonflait les parois des cellules, cette eau quittant le tissu avec les substances dissoutes dans l'humeur des cellules, de manière que l'organe diminue de volume et de poids. Ainsi, il semble qu'on n'ait qu'à examiner si un organe de plante terrestre, mis dans l'eau, augmente ou diminue en poids pour décider s'il est vivant ou mort. Pour montrer l'exactitude de cette méthode, l'auteur a déterminé la limite toxicologique de quelques substances pour la pomme de terre, la betterave, les feuilles potelées de l'*Aloë*, les tiges succulentes de *Begonia*, de *Rheum*, etc. Voici un exemple des résultats des recherches : la limite toxicologique du chlorhydrate de quinine par rapport à la pomme de terre est très basse; elle ne s'élève qu'à un milligramme par litre d'eau, la durée d'action étant de vingt-quatre heures. Par l'addition de NaCl d'une concentration déterminée, l'effet mortel n'est atteint dans le même temps que par une quantité plus grande de quinine. Ainsi, comme le démontre le graphique (fig. 1) du déplacement de la limite toxicologique, l'addition de 0,2 gramme-molécule de NaCl au litre d'eau fait monter la concentration nuisible de la quinine de 0,001 à 0,005, tandis qu'une addition d'une quantité plus grande de NaCl a, au contraire, une influence moins heureuse.

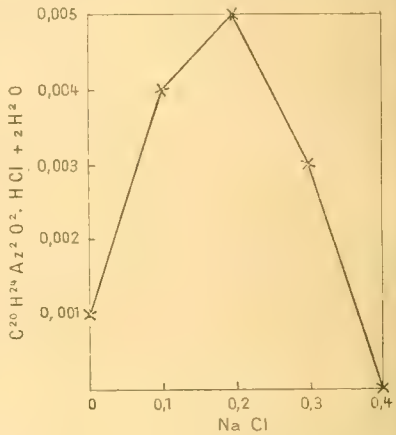


Fig. 1. — *Déplacement de la limite toxicologique de la quinine par addition de* Na Cl.

P. H. Schoute.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

15e ANNÉE N° 10 30 MAI 1904

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction a M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Election à l'Académie des Sciences de Paris. — Dans sa séance du 9 mai, l'Académie a procédé à l'élection d'un membre dans sa Section de Minéralogie, en remplacement du regretté Fouqué. La Section avait présenté la liste suivante de candidats : 1° M. Ch. Barrois; 2° M. Douvillé; 3° MM. Bergeron, Boule, Haug, de Launay, Termier et Wallerant.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 50, M. Barrois a été élu par 39 suffrages, contre 6 accordés à M. Wallerant et 5 à M. Douvillé.

On doit au nouvel académicien des travaux de première importance sur plusieurs parties de la Géologie qu'il est rare de voir cultivées simultanément par le même savant. Ses premières recherches ont porté sur les terrains crétacés du Sud de l'Angleterre; l'auteur les a réunies dans une thèse remarquable où, pour la première fois, on trouve soigneusement établies jusque dans le détail les correspondances entre les assises crayeuses de cette région et celles des terrains crétacés du Nord de la France et du Bassin de Paris. Empruntant ses démonstrations à toutes les méthodes alors connues en Paléontologie, en Stratigraphie et en Tectonique, ce beau Mémoire a marqué un pas décisif dans le progrès de la Géologie française.

Dans un tout autre ordre d'investigations, M. Barrois a aussi rencontré le succès. Ses patients et féconds travaux sur les terrains cristallins de notre Bretagne ont enfin élucidé la grosse question de la structure et de la formation de cette province. Chemin faisant, M. Barrois a aussi éclairé nombre de problèmes annexes et contribué pour une part considérable au progrès général de nos connaissances en Géologie.

§ 2. — Nécrologie

E. Marey, J. Sarrau. — De nouveaux deuils viennent de frapper le monde savant : l'illustre physiologiste E. Marey, l'éminent ingénieur J. Sarrau, si connu par ses travaux sur les explosifs, sont décédés à quelques jours d'intervalle. La *Revue* consacrera prochainement une Notice à leur vie et à leur œuvre.

Octave Gréard. — Le 25 avril, M. Octave Gréard est mort subitement, quelques instants après avoir présidé une séance du Conseil supérieur de l'Instruction publique. C'est dire qu'il a été frappé en pleine activité encore, continuant, à soixante-seize ans sonnés, sa précieuse collaboration à l'œuvre d'éducation et d'instruction de la jeunesse française, qui avait été véritablement la passion de sa vie. A cette œuvre, il s'était donné tout entier. Entré à l'Ecole Normale Supérieure en 1849, avec Prevost-Paradol, il y avait rejoint cette célèbre promotion de 48 qu'ont illustrée Taine, About et Sarcey. On sait, par les lettres et les souvenirs récemment publiés, quelle activité d'intelligence, quelle ardeur, quelle volonté d'apprendre et de comprendre ont marqué ces générations de normaliens, quelle effervescence aussi suscitèrent chez ces esprits généreux les rigueurs du Coup d'Etat et le régime de compression morale qui suivit. M. Gréard resta dans les cadres universitaires et, plus sûrement peut-être que tel brillant révolté de ses condisciples, il sut, dans le rang, contribuer puissamment à l'émancipation intellectuelle du pays. Après avoir professé la rhétorique à Reims, à Versailles et à Paris, il prenait, en 1866, le grade de docteur ès lettres avec une thèse d'une observation délicate sur *la Morale de Plutarque*, où l'on sent déjà toute la mesure et la sobre distinction de son talent. En même temps, quittant le professorat pour l'administration, il devenait inspecteur de l'Académie de Paris et directeur de l'Enseignement primaire de la Seine. A part un court passage à la Direction de l'Enseignement primaire au Ministère, de 1872 à 1873, M. Gréard allait, jusqu'en 1879, accomplir à Paris une œuvre de réforme essentielle, d'une importance capitale pour l'éducation du peuple et de la petite bourgeoisie. Il y apporta d'inestimables qualités de tact, d'esprit de suite, de persévérante recherche et de prudente hardiesse, « remontant au delà du présent », comme lui-même l'a écrit, pour « ressaisir dans le passé, à travers les lois qui ont vécu et les projets de loi auxquels il n'a pas été donné de vivre, la suite, le développement, le progrès de nos principes d'enseignement populaire ». C'est par cette sûre méthode qu'il cherche « l'indication décisive des expériences faites, en même temps que la raison des progrès qu'il reste à faire ».

Mais, pour procéder ainsi, presque avec une rigueur scientifique, pour innover, sans brusquerie, quel labeur préparatoire! Il lui faut d'abord dresser ce monument de *La législation de l'instruction primaire en France depuis* 1789 *jusqu'à nos jours*[1], s'enfoncer dans les statistiques[2], voir de ses yeux fonctionner les systèmes en vigueur et les comparer aux méthodes étrangères. Rien ne lui échappe. Avec le même soin, il étudie et commente la théorie des *Kindergarten*, examine la question de la protection et de l'éducation des apprentis et recherche les nécessités de l'instruction des adultes et de l'enseignement primaire supérieur.

Qui ne l'aura connu que plus tard, dans le cadre sévère de ses réceptions rectorales, ne pensera pas sans étonnement que ce maître de l'Université, entouré et comme défendu par le cérémonial administratif, n'a pas dédaigné un jour de scruter l'âme obscure des tout petits enfants, de se demander quels exercices convenaient le mieux à leur ouvrir l'intelligence, et que, patiemment, il lisait ce que les fillettes de douze ans racontaient sur le choix d'une profession, gravement heureux de trouver chez la plupart « l'amour de la famille et l'intelligence de la loi du travail ». C'est avec une pareille conscience qu'on fait les grandes besognes. Aussi, en 1879, le Ministre, l'enlevant à la Direction de l'Enseignement primaire de la Seine, le nomma aux plus hautes fonctions universitaires : vice-recteur de l'Académie de Paris. M. Gréard se mit à sa tâche nouvelle avec la même ténacité laborieuse, le même souci de concilier la saine tradition et les besoins présents. Il a procédé aux plus minutieuses enquêtes sur toutes les questions qui se sont récemment posées : internat, régime des collèges étrangers, discipline, diversification des programmes, réforme et extension de l'enseignement secondaire spécial, baccalauréat, enseignement supérieur à Paris, etc., et toutes les solutions qu'il indique sont marquées au coin du plus ferme et du plus clairvoyant bon sens. Longuement aussi, il s'est préoccupé de l'éducation des filles, et, non content de coopérer activement à la création des lycées qui leur donnent aujourd'hui l'enseignement secondaire, il a marqué combien il s'intéressait à l'éducation féminine en étudiant avec une visible prédilection les grands éducateurs de jeunes filles. C'est ce qui nous a valu ses charmants essais sur Fénelon, sur Mme de Maintenon, J.-J. Rousseau, Mme D'Epinay, etc.[3]

En M. Gréard, l'administrateur se doublait d'un fin lettré. En 1875, l'Académie des Sciences morales, reconnaissant la haute valeur de son œuvre pédagogique, l'avait appelé à elle. Cette œuvre, lui-même l'a exposée avec une discrétion qui l'empêche de jamais se nommer, dans une série d'études[4] qui lui méritèrent d'être élu, en 1886, à l'Académie française, en remplacement de M. de Falloux. « Des écrits qui, par leur destination première, n'auraient dû être que des documents administratifs, ont été par vous amenés à toute la distinction d'une œuvre d'art ». Aucune appréciation ne saurait être plus juste que ces paroles, par lesquelles le duc de Broglie l'accueillait à sa réception à l'Académie, le 19 janvier 1888. Mais ce n'était pas seulement à ces travaux, en quelque sorte professionnels, que savait s'appliquer le clair talent de M. Gréard. Comme pour se délasser de sa tâche quotidienne, il a écrit sur son ami Provost-Paradol et sur Edmond Scherer deux essais biographiques qui sont des modèles par la limpidité de l'exposition, la lucidité de la pensée et une finesse de touche où la critique sait se faire sentir, mais toujours discrète et comme impersonnelle.

Au lendemain de la réception de M. Gréard à l'Académie française, Scherer écrivait de son discours : « Pas un mot à effet, mais tout bien pensé et bien dit, mais partout la mesure, la justesse, la convenance ». Ce n'était pas seulement à ce morceau académique, c'était vraiment à l'œuvre de toute sa vie que pouvait s'appliquer et que nous appliquerons ce jugement.

Depuis un an, M. Gréard avait quitté les lourdes fonctions de vice-recteur de l'Université de Paris; mais, comme on l'a vu, il n'avait pas, pour cela, renoncé à son activité coutumière. Nul homme n'a été plus laborieux, et, malgré le poids de ses multiples occupations, n'a donné son concours à plus d'enquêtes et de comités, dès qu'il croyait leur action utile à l'enseignement. Dans cette *Revue* même, à laquelle il avait bien voulu accorder le haut patronage et l'autorité de son nom lorsque y fut entreprise l'œuvre éducatrice des Voyages d'études, nous lui devions, en même temps qu'un hommage à sa mémoire, l'expression respectueuse de notre reconnaissance.

H. Léonardon.

§ 3. — Astronomie

Fondation d'un Observatoire astrophysique en Espagne. — L'Espagne sera bientôt dotée d'un Observatoire d'Astronomie physique qui n'aura rien à envier aux plus perfectionnés de ceux qui se trouvent en Angleterre et en Amérique, et qui même réalisera en quelque sorte un établissement unique par l'idée générale qui a présidé à sa fondation et à l'organisation de ses divers services, à savoir : l'étude des relations, de plus en plus évidentes, qui existent entre l'activité du Soleil et les divers phénomènes électriques et magnétiques de notre globe.

La construction (aujourd'hui presque achevée) de cet observatoire est due à l'heureuse initiative du R. P. Cirera, ancien chef du Service magnétique à l'Observatoire de Manille, auteur de recherches distinguées sur le magnétisme aux îles Philippines.

Le nouvel observatoire, situé en Catalogne, près de Tortosa, à peu de distance de l'embouchure de l'Ebre, a pour coordonnées géographiques : 40°48 de latitude nord et 1°47 de longitude ouest de Paris.

Deux bâtiments sont consacrés au magnétisme terrestre : l'un réservé aux mesures absolues, l'autre aux instruments de variation à lecture directe et enregistreurs de M. Mascart. Le R. P. Cicera a fort heureusement modifié sur un point le type classique de l'enregistreur Mascart : l'inscription photographique se fera sur un cylindre développant à l'heure 2 centimètres de papier sensible, soit le double de ce que font les appareils construits jusqu'ici. Ce perfectionnement permettra de déterminer avec une précision plus grande (celle qu'on obtient avec les appareils en usage ne dépasse guère une approximation de $\pm 3^m$) le moment exact des perturbations, et en particulier le début toujours fort brusque de celles qui paraissent d'origine cosmique; et l'on peut espérer qu'il sera possible, grâce à lui, de préciser la simultanéité soupçonnée entre l'observation de certains phénomènes d'activité solaire et le début de ces perturbations.

A cet effet, un pavillon voisin des pavillons magnétiques est destiné à l'observation constante du Soleil, qui sera poursuivie à l'aide d'un équatorial spécial pour l'observation des taches, d'un spectrohéliographe d'Evershed pour la photographie de la chromosphère et des facules projetées sur le disque, et d'un spectrogoniomètre photographique pour la mesure des vitesses radiales des éruptions protubérantielles.

Jusqu'ici, les observations magnétiques étaient effectuées dans des observatoires spéciaux, munis tout au plus d'instruments pour l'observation directe des taches solaires, les études spectrographiques de l'acti-

[1] Paris (Ch. de Mourgues), 1874, 3 volumes grand in-8°. Ce recueil a été continué jusqu'en 1900 (6 volumes).

[2] *L'instruction primaire à Paris et dans les communes du département de la Seine en* 1875. Paris (Ch. de Mourgues), 1875, in-4°. — *Exposition universelle de* 1878. *L'enseignement primaire à Paris et dans le département de la Seine de* 1867 *à* 1877. Paris (Chaix), 1878, grand in-4°.

[3] *L'Education des femmes par les femmes.* Paris (Hachette) 1877, in-12. — *Mme de Maintenon.* Extraits de ses lettres, avis, entretiens, conversations et proverbes sur l'éducation. Paris (Hachette), 1884, in-12.

[4] Elles ont été réunies sous le titre de : *Education et instruction.* Paris (Hachette), 1887, 5 volumes, in-12.

vité solaire étant réservées à des observatoires où l'on ne faisait point de magnétisme terrestre d'une manière continue ; il est inutile d'insister sur les inconvénients multiples qu'avait cet état de choses pour la comparaison des deux catégories de phénomènes; la manière encore si incomplète dont nous connaissons leurs relations en est une preuve suffisante. On ne peut donc qu'applaudir à l'initiative du R. P. Cirera, qui comble sur ce point une lacune en réunissant sous la même direction des séries d'observations complètes et parallèles de l'activité solaire et de notre magnétisme.

Enfin, outre un pavillon consacré à la météorologie et à l'optique atmosphérique, et un autre muni d'instruments sismographiques, le nouvel observatoire possèdera une section d'électricité atmosphérique et tellurique ; on y enregistrera, concurremment avec les phénomènes magnétiques, l'intensité des composantes principales des courants telluriques, la déperdition atmosphérique, et les variations du champ électrique de l'atmosphère.

Là encore, l'Observatoire de Tortosa paraît appelé à rendre de grands services en nous éclairant sur les relations multiples qui lient, semble-t-il, ces divers phénomènes entre eux et avec le Soleil.

On ne peut donc que souhaiter la plus heureuse chance à cet établissement véritablement bien compris, où se trouveront réunies enfin, et étudiées parallèlement à l'aide des méthodes les plus modernes et des appareils les plus ingénieux, la Physique terrestre et l'Astrophysique, ces deux sœurs jumelles qui n'auraient jamais dû être séparées.

Nous venons d'apprendre qu'il est question de construire, au voisinage du nouvel observatoire, un tramway électrique d'intérêt local. — Ce serait rendre impossible toute observation magnétique, et ruiner, dès son début, l'idée féconde qui a présidé à la fondation de ce bel établissement.

Il faut espérer que le Gouvernement espagnol saura imposer aux constructeurs de ce malencontreux tramway un mode de traction qui ne soit pas funeste à l'Observatoire de Tortosa; il ne voudra pas permettre qu'on détruise une œuvre qui promet d'être à la fois si fructueuse pour la science et si honorable pour l'Espagne.

Ch. Nordmann,
Docteur ès sciences,
Attaché à l'Observatoire de Paris.

§ 4. — Physique

Nouvelles recherches sur la phosphorescence. — On sait, depuis Becquerel, que, si l'on projette un spectre sur une plaque phosphorescente, la luminescence est augmentée dans certaines des régions atteintes, affaiblie dans d'autres (par comparaison avec le fond uniformément lumineux du reste de la plaque). Becquerel avait cru à une action spécifique des rayons, qu'il avait divisés en excitateurs (réfrangibilité supérieure à celle de la raie G), modérateurs (de F à G) et extincteurs (au-dessous de F). Des recherches récentes de Dahms[1] ont montré que cette manière de voir n'est pas exacte, et que les phénomènes dépendent essentiellement des intensités relatives de la phosphorescence et du spectre. Par exemple, avec la couleur lumineuse de Balmain (sulfure de calcium additionné de bismuth), les radiations comprises entre 384 et 396 $\mu\mu$, qui affaiblissent l'éclat d'une substance fortement phosphorescente quand l'intensité du spectre est faible, l'accroissent dans les conditions contraires. Des expériences nombreuses, qui ont porté, en outre, sur le sulfure de strontium, le sulfure de zinc d'Henry et la fluorine, et dans lesquelles on a fait varier l'intensité de la phosphorescence et la durée d'action du spectre, ont conduit à la conclusion suivante : l'action excitatrice des radiations incidentes se compose avec l'amortissement spontané de la phosphorescence, pour aboutir à un équilibre mobile de rayonnement dont la vitesse d'établissement est uniquement déterminée, *cæteris paribus*, par l'intensité de la radiation. Si cette vitesse est supérieure à la vitesse d'affaiblissement de la phosphorescence, une radiation capable d'exciter le corps neuf affaiblira l'éclat du corps préalablement excité. Ce sera l'inverse dans le cas contraire.

On n'a pu relever qu'un seul exemple d'action spécifique; les radiations infra-rouges détruisent très rapidement, *et sans activation préalable*, la phosphorescence du sulfure de zinc; il semble que la quantité d'énergie rayonnée dans ces conditions soit très inférieure à celle que le sulfure abandonne spontanément, à égalité d'excitation; l'auteur n'a pas pu donner de ce fait une explication satisfaisante.

Les rayons les plus actifs pour déterminer la phosphorescence ne sont pas les mêmes pour tous les corps; pour la fluorine, par exemple, leur longueur d'onde est inférieure à 274 $\mu\mu$; la connaissance de l'action des différentes régions du spectre sur le corps neuf permettra d'obtenir, dans les expériences avec la lumière blanche, le maximum de luminescence, grâce à l'emploi de filtres à radiations, transmettant les rayons les plus actifs et éliminant ceux qui exercent une action destructive. La fluorine est remarquable par une fluorescence ultra-violette très intense et ne s'amortissant qu'avec une extrême lenteur.

[1] *Annalen der Physik*, t. XIII, p. 425, 1904.

§ 5. — Biologie

Influence du milieu extérieur sur l'œuf. — Nous recevons de M. C. Viguier, attaché à la Station zoologique d'Alger, la lettre suivante :

Monsieur le directeur,

Des circonstances pénibles pour moi, sans intérêt pour le public, m'ont empêché de vous adresser plus tôt une rectification que j'estime nécessaire à l'article publié par M. Bohn, dans la *Revue* du 15 mars, sous le titre ci-dessus; je vous serais fort obligé si vous vouliez bien faire paraître cette réponse sous le même titre, et je vous prie d'agréer d'avance les remerciments d'un ancien collaborateur.

M. Bohn veut bien déclarer (p. 245) que je suis un excellent critique. En le remerciant de cette flatteuse appréciation, je regrette d'être obligé de faire quelques remarques sur les principaux points où je suis pris à partie; et je le ferai de la façon la plus brève, n'ayant pas la prétention de reprendre ici une discussion générale.

1° p. 247, 1re col., *Agitation de l'eau* : M. Bohn cite, comme se rapportant à l'agitation de l'eau employée pour provoquer la parthénogénèse (chez les Astéries, non chez les Oursins, où jamais on n'a constaté le phénomène à la suite de l'agitation seule), un passage de la p. 72 de mon Mémoire sur les variations de la parthénogénèse (*Ann. Sc. Nat.*, 1903), qui se rapporte en réalité à tout autre chose : c'est-à-dire à l'action des secousses imprimées à l'œuf par les mouvements de la queue du spermatozoïde. Ce passage se terminait, du reste (p. 73), en demandant *comment la théorie s'appliquait aux cas où les spermatozoïdes sont immobiles.* Il n'y avait, ce me semble, aucune équivoque possible et le préjudice qui m'est causé est d'autant plus grave que, M. Bohn n'indiquant pas la provenance de la citation, il est impossible de reconnaître son erreur.

2° p. 247, 2e col., *Variations de la température* : « Viguier paraît se désintéresser de la question ». C'est parfaitement exact pour les variations portant sur les œufs d'oursin *déjà pondus*; et personne, jusqu'ici, n'observa qu'elles suffisent, chez ces animaux, à provoquer le développement. Mais c'est absolument faux pour les variations de la température *pendant l'évolution de l'œuf*; et j'ai longuement exposé les raisons qui m'amenèrent à penser ainsi. C'est même l'objet principal de ce Mémoire.

3° p. 248, 1re col. : « Au lieu de nier les résultats de

Lœb, comme Viguier a tenté de le faire... ». Je n'ai jamais *nié* les faits observés par d'autres. J'ai pensé qu'ils pouvaient comporter une autre explication; et j'ai critiqué des théories. C'était mon droit. « Viguier, qui n'a pas lu Lœb ». J'ai lu, et dans leur langue, dès qu'il me fut possible de me les procurer, toutes les publications relatives au sujet. Je les ai citées de même en texte original, de peur que l'on ne me reprochât d'en avoir altéré le sens. Cela m'a même valu un reproche contraire à celui que me fait M. Bohn; on a trouvé que j'aurais dû traduire!

4° p. 249, 2e col. : « Le déterminisme de ses observations n'offre aucune rigueur : il ne fournit aucune indication sur la composition chimique de l'eau de mer où il plonge ses œufs et sur les variations possibles qu'elle peut subir en milieu confiné et dans les laboratoires; par conséquent, au point de vue auquel il se place, ses expériences n'ont aucune valeur. Viguier conclut qu'il y a *parthénogénèse naturelle*, inconstante, etc... On peut conclure autrement : il n'y aurait pas parthénogénèse naturelle, mais bien *parthénogénèse artificielle provoquée par les conditions défectueuses des laboratoires*, par la variabilité incessante de la composition de l'eau de mer, surtout dans la Méditerranée (ici M. Bohn renvoie à ce qu'il a dit plus haut au sujet des *calanques* de la côte de Provence, et paraît ignorer qu'il n'en est pas question ici... la moindre carte eût pu suffire à le renseigner), et les Oursins ne doivent être éliminés des recherches sur la fécondation chimique que par ceux qui ne savent pas déterminer avec précision les conditions dans lesquelles ils opèrent ».

Je suis agréablement surpris qu'après cela M. Bohn veuille bien admettre qu' « il est *fort probable* (!) qu'en certains points de la Méditerranée, les œufs des Echinodermes sont susceptibles de se développer sans le concours de spermatozoïdes ».

J'ai exposé que mes sujets se trouvaient toujours dans des conditions aussi semblables que possible, et que, dans des observations de ce genre, la comparaison est tout. Lorsque, dans des cultures tenues dans des conditions identiques, provenant d'animaux toujours pêchés aux mêmes endroits, les œufs immergés dans de l'eau provenant du même bassin, simultanément, et à la même température, se développent différemment, ou, quelques-uns, pas du tout, on est en droit de conclure, sans avoir analysé l'eau, que les œufs ne sont pas identiques.

Ceux qui analyseraient exactement l'eau de chacune de leurs cuvettes d'élevage ignoreraient encore, en grande partie, la composition chimique *exacte* des œufs. C'est pour cela que, dans ma Note : Hybridations anormales (*C. R. Ac. des Sc.*, 2 mai 1904), je concluais en parlant des œufs d'oursin : « Pour les développements parthénogénétiques, soit naturels, soit provoqués, si les conditions extérieures étaient tout, *tous* les œufs devraient évoluer de même. Il en est fort rarement ainsi. C'est qu'en réalité l'état des œufs n'est pas le même, sans que les théoriciens soient encore à même de nous renseigner exactement à ce sujet. Mais les généralisateurs sont trop souvent des esprits simplistes, que séduit une apparence de rigueur, et qui se hâtent trop de mettre en équation des problèmes où demeurent trop d'inconnues. »

5° p. 250, 1re col., M. Bohn dit : « Les animaux chez lesquels on peut produire facilement la parthénogénèse artificielle (Echinodermes, Annélides, Amphibiens, Poissons d'eau douce) sont voisins d'animaux qui présentent la parthénogénèse naturelle. (Si on les excluait, comme le veut Viguier, que resterait-il?) . « *Pour arriver à produire la parthénogénèse chez un animal par des excitants artificiels, il est nécessaire, en quelque sorte, que celui-ci ait acquis, sous l'influence des excitants naturels, une prédisposition spéciale* ».

C'est exactement ce que j'ai dit, p. 128 de mon travail, avec toutes les réserves qu'impose l'état encore imparfait de nos connaissances; c'est justement la *prédisposition spéciale* qui est l'inconnue, dont on me semble faire trop bon marché. La conclusion de M. Bohn exclut du reste, *ipso facto*, la parthénogénèse artificielle des Mammifères, que Lœb s'empressait de prédire, dès sa première Note, et que je critiquais aussitôt.

En somme, cette idée trop exclusive que les variations du milieu extérieur sont *tout* conduit ici à des conclusions aussi exagérées que dans le cas où l'on voulut en faire l'unique facteur de la détermination du sexe, et où l'on tenta d'agir sur le sexe des produits en soumettant la mère à des traitements plus ou moins étranges. Cela, sans réfléchir que, chez les animaux à portée nombreuse, le sexe des produits n'est pas le même; que, chez nous, dans les cas de grossesse gémellaire ou multiple, les enfants peuvent aussi être de sexe différent, bien que le milieu où ils se développent soit le même.

Là encore, on peut parler de *prédisposition spéciale*, mais c'est aussi mettre un mot, rien de plus.

Dr C. Viguier.

§ 6. — Sciences médicales

Distribution géographique de la folie aux Etats-Unis. — D'un travail très documenté de M. le Dr White[1], il résulte que le nombre des aliénés aux Etats-Unis est d'autant plus grand que la densité de la population est plus forte et, par suite, la lutte pour la vie plus intense. Dans les états industriels de l'Est, l'aliénation mentale est très commune. Dans le Massachusetts, par exemple, on compte un aliéné pour 348 habitants, tandis qu'en Virginie la proportion est de 1 pour 512, dans l'Arkansas de 1 pour 935, et au Texas de 1 pour 950. Pour l'ensemble des Etats-Unis, les Etats du Sud mis à part, la proportion des aliénés est de 1 pour 542. Dans les Etats du Sud, Alabama, Arkansas, Floride, Louisiane, la proportion des aliénés est, parmi les nègres, de 1 pour 1.277, tandis que, chez les blancs, dans les mêmes Etats, elle est de 1 pour 456. De même, il est intéressant de noter que, si en Géorgie on ne trouve qu'un nègre aliéné pour 1.764 nègres sains, à New-York, au contraire, on en trouve 1 pour 333, proportion presque semblable à celle de la population blanche. Le nègre, donc, est dans son élément à la campagne; mais, dès qu'il entre en compétition avec les blancs, qui sont mentalement supérieurs à lui, il succombe dans cette lutte inégale et fournit la même proportion d'aliénés qu'eux.

Myxœdème provoqué par l'ablation des mamelles hypertrophiées. — Le Dr Djemil-Pacha, professeur de Clinique chirurgicale à la Faculté impériale de Médecine de Constantinople, vient de publier[2] un cas de myxœdème survenu très rapidement à la suite de l'ablation des deux mamelles hypertrophiées chez un homme. Cette observation est très intéressante parce qu'elle est unique en son genre. En effet, on savait jusqu'ici que le myxœdème est dû à une insuffisance fonctionnelle de la glande thyroïde et qu'il est une conséquence fatale de la thyroïdectomie. Mais, dans le cas actuel, l'auteur n'a pas touché à la glande thyroïde, et pourtant le myxœdème est survenu immédiatement après l'opération. Il est donc permis de penser qu'il existait, chez ce malade, une relation intime entre le corps thyroïde et l'hypertrophie des mamelles, et il se pourrait que les glandes mammaires aient rempli chez lui les fonctions de la glande thyroïde, jusqu'ici, d'ailleurs, très imparfaitement connues. Cette suppléance des fonctions du corps thyroïde par certaines glandes permettrait, peut-être, d'expliquer les guérisons de myxœdème obtenues dans quelques cas, guérisons que l'on expliquait jusqu'ici par le développement des glandes accessoires parathyroïdes (Gley).

[1] *Archives internationales de Chirurgie*, Gand, 1903, I, 81.
[2] Voir *Médecine moderne*, 1904, n° 3, p. 18.

§ 7. — Géographie et Colonisation

Les résultats scientifiques de l'Expédition antarctique du Dr Nordenskjöld. — Le pôle antarctique, que M. de Lapparent, en 1898, qualifiait de « Pôle oublié », ne l'est plus aujourd'hui. Depuis cette époque, de multiples explorations scientifiques ont parcouru les régions antarctiques et, au prix de difficultés inouïes, ont rapporté une ample moisson de faits nouveaux; l'Expédition antarctique suédoise, qui avait à sa tête le Dr Otto Nordenskjöld, a été l'une des plus fructueuses. Nous rappelons que cette Expédition, partie de Göteborg, sur l'*Antarctic*, le 15 octobre 1901, a abordé la région des glaces au début de 1902, et que, le 10 novembre 1903, elle s'embarqua sur le navire argentin l'*Uruguay* qui avait été envoyé à sa recherche et qui la rapatria.

Les observations faites par l'Expédition, dans le domaine de la Géographie, ont une importance de premier ordre. Du 63° au 65° de lat. S., sur la côte ouest, c'est-à-dire jusqu'à l'entrée du détroit de Gerlache, et sur la côte est, du 63° au 66°5′ de lat. S., la carte a été entièrement modifiée, à la fois par les deux excursions faites aux printemps de 1902 et de 1903, par la croisière de l'*Antarctic* en décembre 1902 et par les levés du lieutenant Duse.

La terre Louis-Philippe, que l'on séparait jadis de la terre de Graham, ne fait qu'un avec elle et lui est unie par un isthme montagneux. Elles forment ensemble, entre les détroits de Gerlache et de Bransfield, d'une part, et la mer de Weddell, d'autre part, une bande continentale d'un seul tenant, orientée du sud-ouest au nord-est, qui continue la terre du roi Oscar et se rétrécit vers le nord. A la suite de la terre Louis-Philippe et dans la même direction, se trouve l'île Joinville qui, en réalité, est un archipel, qui comprend notamment l'île Dundee et l'île Paulet.

A l'ouest du long continent des terres du roi Oscar, Graham et Louis-Philippe, il n'y a qu'un seul chenal très allongé. Le canal d'Orléans, de Dumont d'Urville, devient le prolongement du détroit de Gerlache (ou de la Belgica). C'est ce qu'avait d'abord supposé Nordenskjöld et ce qui a été établi ensuite d'une manière positive par le levé au 1/300.000 effectué, du 26 novembre au 5 décembre 1902, par le lieutenant Duse, entre l'île Astrolabe et le cap Neyt de la carte de Gerlache. Du côté de l'ouest, il faut signaler aussi que la terre Trinity disparaît de la carte.

A l'est du même massif continental, nos connaissances se précisent également. Un nouvel archipel résulte du morcellement de la partie orientale de la terre Louis-Philippe. Il est séparé de la terre de Graham par un vaste chenal en forme de demi-cercle. Dans la plus grande île, que Nordenskjöld propose d'appeler île Ross, se dresse le mont Haddington. Une autre île, située au nord de celle-ci, en est séparée par le détroit de Sidney Herbert; au sud-est, sont l'île Seymour et l'île de Snow-Hill, cette dernière sur laquelle le Dr Nordenskjöld a hiverné, qui sont l'une et l'autre séparées de l'île Ross par le détroit de l'Amirauté.

Puis au sud, du même côté, se trouve un autre groupe d'îles; il comprend les îles des Phoques, Lindenberg, Jason, Hertha, Oceana, Christensen, Robertson, par conséquent toutes les îles situées en avant de la terre du roi Oscar. Mais M. Nordenskjöld donne au sujet de cet archipel méridional une explication utile à noter. Les prétendues îles des Phoques ne seraient pas en réalité des îles; il y aurait seulement là une masse de glace haute de quelques dizaines de mètres, reposant sans doute sur le fond d'une mer très peu profonde et de laquelle émergent des « nunataks », ou pointements rocheux d'origine volcanique. Ce serait une glace côtière extrêmement développée comme étendue; le voyageur y a cheminé en traîneau, pendant plus de 150 kilomètres, sans se douter tout d'abord que cette terrasse unie et horizontale était une glace terrestre et non la glace de mer habituelle.

Le massif continental, c'est-à-dire les terres Louis-Philippe, Graham, du roi Oscar, est constitué par des roches cristallines, principalement par des granits et des porphyres, et, sur une moindre étendue, par des couches précrétaciques plissées. Au contraire, dans les archipels situés à l'est dominent les roches volcaniques récentes, basaltes et tufs, tandis que les roches granitoïdes font entièrement défaut. Sous la série volcanique, M. Nordenskjöld a reconnu l'existence d'une vaste formation de terrains fossilifères, surtout des grès, qui s'étend dans la plus grande partie de l'île Ross, dans l'île Cockburn, et qui constitue entièrement les îles Seymour et Snow-Hill.

Le capitaine Larsen avait, pour la première fois, en 1893, découvert des empreintes de conifères, aux environs de l'île Seymour; l'expédition du Dr Nordenskjöld a pu apporter des renseignements tout nouveaux sur les terrains sédimentaires antarctiques. On a constaté que les fossiles sont très abondants dans ces formations, qui présentent à la base des ammonites. Dans les niveaux supérieurs apparaissent d'autres animaux marins, sans doute tertiaires, ainsi que des ossements de Vertébrés, surtout d'Oiseaux, et des empreintes végétales, principalement d'arbres feuillés.

D'autre part, le Dr Gunnar Andersson et le lieutenant Duse trouvèrent, au nord-est de la terre Louis-Philippe, près de l'endroit où ils hivernèrent, une riche flore fossile, différente de celle de l'île Seymour, et consistant surtout en fougères, conifères et cycadées; cette flore présente une grande ressemblance avec celle de l'étage rhétien en Scanie.

Les observations du Dr Andersson dans le canal d'Orléans confirment celles de M. Arctowski dans le détroit de Gerlache, concernant l'existence d'une période glaciaire dans l'Antarctique. Le canal d'Orléans aurait été rempli par un immense glacier s'étendant vers le nord-est. Sur la côte est de la terre Louis-Philippe, où furent isolés, pendant l'hiver 1902-1903, Gunnar Andersson, le lieutenant Duse et un matelot, le sol porte les traces évidentes d'une ancienne extension de la glaciation.

Le glacier de Snow-Hill, dont le Dr Nordenskjöld a pu poursuivre l'étude pendant deux ans, présente le facies type du glacier-calotte antarctique, s'élève en plusieurs mamelons atteignant une altitude de 300 mètres et se termine en mer par une falaise verticale dont la hauteur varie de 50 à quelques mètres. Sa surface, très unie, n'est découpée que par des crevasses tout à fait insignifiantes. D'après les mesures exécutées pendant près de deux ans, le mouvement d'écoulement de la glace n'a pas dépassé quelques mètres.

La stratification parallèle, observée dans les banquises antarctiques, provient des dépôts successifs formés par les couches de neige. Ce n'est pas l'hiver qui amène ces dépôts; durant cette période, dans les localités découvertes tout au moins, la neige est balayée par le vent. Le Dr Nordenskjöld observa au contraire, durant l'été de 1902-1903, une augmentation notable du revêtement de neige, 0m30 à 0m35 environ, et, en novembre 1903, quand il quitta la station d'hivernage, cette augmentation persistait. Les observations faites sur la température du glacier ont montré que, pendant l'hiver, à profondeur égale, le glacier possède une température un peu plus élevée que le sol, tandis qu'en été il a une température notablement plus froide que la terre.

Les plus importantes découvertes océanographiques ont été effectuées par l'*Antarctic* dans le détroit de Bransfield. Les sondages ont révélé des fonds relativement bas; la profondeur maxima est de 1.510 mètres. Les eaux de ce détroit se trouvent en même temps être exceptionnellement très froides; leur température varie de — 1°3 C. à — 1°65, cette dernière ayant été observée au fond. Les températures de fond des eaux antarctiques sont ordinairement d'environ — 0°6. Les eaux de la mer de Norvège, quoique très froides, n'ont que — 1°4. M. Gunnar Andersson conclut de ces observations que le détroit de Bransfield est un bassin isolé,

séparé du libre océan par des seuils sous-marins, qui ne permettent pas aux eaux chaudes de se renouveler. L'*Antarctic* a vainement recherché l'île Middle, qui est marquée sur les cartes entre les Shetlands et l'île Astrolabe; à l'endroit où l'on supposait qu'elle existait, la sonde a révélé un fond de 1.460 mètres.

Des observations météorologiques et magnétiques très complètes et très suivies ont été faites pendant les dix-huit mois que la Mission est restée à la station d'hivernage. Nuit et jour quelqu'un veillait, et aucune souffrance ne put interrompre la régularité des observations; elles étaient faites dans une cabane en bois isolée, à quelques centaines de mètres de l'habitation principale. Quand le temps le permettait, on faisait, en outre, des observations en dehors de la cabane, dans les environs et même sous la terre.

Durant les douze premiers mois, la température moyenne fut de — 12°. C'est à peu près celle que l'on observe aux deux points les plus froids du degré correspondant de latitude nord, savoir la vallée de la Léna, en Sibérie, et la baie d'Hudson. Cette moyenne est sensiblement inférieure à celle qu'observa l'Expédition de la *Belgica* (— 9°6) et très peu supérieure à celle qu'observa Borchgrevink (— 13°9); ces deux expéditions avaient été de 7° de latitude plus au sud. Le maximum du froid fut constaté la première année : — 41°4. Le maximum de chaleur fut observé la seconde année : + 9°3. On eut à souffrir de brusques sautes de température causées par le vent du sud; la plus forte fut, en quelques heures, de 34°.

La vitesse moyenne du vent fut, pendant la première année, de 84 mètres par seconde; elle a été beaucoup plus grande en hiver qu'en été. C'est du sud-ouest que venait la brise dominante. Le maximum de vitesse a été de 34 mètres à la seconde; même avec un vent de cette violence, les explorateurs se rendaient à leur observatoire, mais en rampant et en s'arc-boutant dans la neige. Cinq jours sur sept, cette vitesse fut de 10 mètres à Snow-Hill.

Aucune aurore australe ne fut observée par l'Expédition.

Au point de vue bactériologique, le Dr Ekelöf, en dehors d'études sur le sang sous les latitudes polaires, a fait, durant les hivernages sur les bords de l'Admiralty Inlet, des observations qui ont révélé la présence de quantités assez abondantes de bactéries à la surface du sol, en même temps qu'une grande rareté dans l'air ambiant.

Tandis que Nordenskjöld et ses compagnons hivernaient à Snow-Hill, l'*Antarctic* accomplissait une intéressante exploration à la Géorgie du Sud et aux Falklands, qui fut aussi très féconde en résultats scientifiques.

Entre ces deux terres, l'allure des fonds est très inégale. Près des Shag-Rocks, les fonds remontent à 168 mètres, puis, entre ce banc et la Géorgie du Sud, ils tombent de nouveau à 3.380 mètres. Au nord-ouest de cette terre, on a trouvé jusqu'à 5.997 mètres.

A la Géorgie du Sud, le lieutenant Duse a dressé une carte au 1/1.000.000e de la baie de Cumberland et des environs, correspondant à une surface de 700 à 800 kilomètres carrés. Ce fjord présente les mêmes caractères bathymétriques généraux que ceux de Norvège.

La Géorgie du Sud offre un exemple remarquable de plissement; l'axe coïncide avec la direction longitudinale de l'île.

L'île a passé par deux phases de glaciation. Pendant la première, elle a été presque entièrement recouverte par la glace, et la baie Cumberland a dû être remplie alors par un énorme glacier débordant sur la mer. Une seconde phase, plus récente et moins intense, a laissé partout d'imposantes moraines. La glaciation est, d'ailleurs, encore aujourd'hui très développée.

Les collections zoologiques réunies à la Géorgie du Sud comprennent des éléphants et des léopards de mer (squelettes et exemplaires en peau), et des échantillons du plankton de cinq lacs. Des dragages ont été exécutés entre les Falklands et la Géorgie du Sud; le plankton y a été tout particulièrement étudié.

M. Skottsberg, le botaniste de l'Expédition, a étudié la flore de la Géorgie du Sud, qui est très pauvre : 15 espèces phanérogames, 3 Fougères, 1 Lycopode, 52 Mousses, 11 Hépatiques, 26 Lichens.

Les îles Falklands ont été aussi soigneusement étudiées. Au cap Meredith, M. Andersson a reconnu que le Dévonien inférieur, qui constitue ces îles, repose directement sur l'Archéen, représenté par un gneiss avec intrusions granitiques. Ailleurs, le substratum est formé par des roches stratifiées, probablement des schistes cristallins. Il a été reconnu que l'archipel n'a pas été soumis à une glaciation pléistocène.

Gustave Regelsperger.

La Mission scientifique du Maroc. (Archives Marocaines.) — Les Missions scientifiques du Maroc ont gardé jusqu'ici un caractère temporaire et personnel. Notre intervention, comme Puissance chargée du contrôle de l'Empire chérifien, devait nécessairement nous mener à y donner aux études scientifiques un caractère plus stable et plus administratif. C'est dans cette pensée qu'à la fin de l'année dernière M. Jonnart, gouverneur général de l'Algérie, a détaché pour deux ans au Maroc M. G. Salmon, ancien membre de l'Institut français d'Archéologie orientale du Caire et administrateur des communes mixtes d'Algérie. La direction de cette Mission a été confiée à notre collaborateur, M. A. Le Chatelier, professeur de Sociologie musulmane au Collège de France.

Il ne s'agit encore que d'un organisme embryonnaire, puisqu'il n'y a qu'un seul chargé de Mission. Mais la présence, dans le Conseil de perfectionnement de la Mission, de MM. Maspéro, Barbier du Meynard, Cagnat et Hamy, membres de l'Institut, à côté du Directeur de l'Enseignement supérieur au Ministère de l'Instruction publique, du Directeur des Affaires politiques au Ministère des Affaires étrangères et du Directeur des Affaires indigènes d'Algérie, à côté d'hommes politiques considérables, montre bien que, dans l'esprit de ses promoteurs, cette entreprise est appelée à se développer. Elle a, d'ailleurs, suivi une marche progressive qui dénote dans l'impulsion donnée une méthode remarquable.

En même temps que M. Salmon arrivait au Maroc, à la fin de novembre, un appel adressé à l'initiative privée permettait de doter la Mission d'une petite bibliothèque d'études. Cette bibliothèque est modeste encore, puisqu'elle ne compte actuellement que mille sept cents numéros environ, d'une valeur forcément inégale. Mais, à côté de la collection complète de la *Revue africaine*, don de M. le Président de la République, on y trouve la collection complète du *Journal Asiatique* depuis 1828, la collection complète de la *Zeitschrift der Morgenlandischen Gesellschaft*, les publications et bulletins du Comité des Missions du Ministère de l'Instruction publique, les publications du Gouvernement général de l'Algérie, les collections complètes de la *Revue critique*, de la *Revue de l'Histoire des Religions*, de la *Revue des Etudes juives*, de la *Grande Encyclopedie*, don de M. A. Berthelot, etc., et presque tous les ouvrages de fonds, arabes, français, anglais, allemands, espagnols, utiles pour l'étude de l'Afrique du Nord. La Mission s'est ainsi trouvée dotée, dès les premiers mois de son existence, d'un instrument de travail suffisamment complet.

Pendant que la Bibliothèque s'organisait à Paris, M. G. Salmon, dont la réputation comme orientaliste n'est plus à faire et qui a pris rang brillamment par ses publications de l'Ecole du Caire, par sa thèse d'*Introduction topographique à l'histoire de Bagdad*, par son bel ouvrage récent sur *Le Poète aveugle* précurseur d'Omar Khayam, commençait ses travaux sur le Maroc, nouveau pour lui.

Le premier fascicule des *Archives Marocaines*, publication de la Mission scientifique du Maroc, qui a

été donné à l'impression à la fin de mars et vient de paraître à la fin d'avril, montre que l'initiation n'a pas été longue pour le jeune savant qui a l'honneur d'inaugurer une nouvelle phase des études marocaines. Les *Archives Marocaines* deviennent, dès leur apparition, le guide nécessaire de tous ceux qui s'intéresssent à la connaissance de la Société marocaine. Pendant que M. Michaux-Bellaire, agent consulaire de France à Qcar-el-Kébir, et l'un des hommes qui connaissent le mieux le Maroc, fournissait, dans un article sur les *Impôts marocains*, une contribution expérimentée à cette question importante, M. Salmon a donné, sur l'administration marocaine à Tanger, une monographie qui est un modèle de précision et de clarté. Nous voyons ainsi apparaître un Maroc d'une structure sociale complexe, nécessitant, dans nos rapports avec lui, une prudence documentée. M. Salmon a eu, en outre, la satisfaction, que comprendront tous les Orientalistes, de mettre la main, comme début, sur le premier manuscrit traitant des Institutions Berbères dont on ait connaissance. Enfin, par un excellent article sur la Qaçba de Tanger, il s'est montré fidèle aux traditions de l'Ecole du Caire.

Si l'on ajoute qu'un second fascicule, de même étendue que le premier, va paraître au commencement de juin et que deux autres en préparation paraîtront dans le courant de l'été, on comprendra l'intérêt qui s'attache à la création assurée par le Gouvernement général de l'Algérie avec le concours matériel du Ministère des Affaires étrangères et du Ministère de l'Instruction publique.

Cet intérêt est d'autant plus grand que les résultats acquis démontrent l'efficacité de la méthode suivie. En effet, ce qui caractérise essentiellement la Mission scientifique du Maroc, c'est d'une part qu'elle n'est dotée que d'un budget minime, puis, d'autre part, qu'elle constitue un service administratif dirigé.

En constatant la rapidité et la valeur de la production de la Mission et son faible prix de revient, on ne peut méconnaître l'opportunité, aussi bien au point de vue scientifique qu'au point de vue pratique, du développement de l'organisme actuel. En soumettant cette manière de voir au Conseil de perfectionnement, M. A. Le Chatelier s'est borné à formuler l'opinion que le moment peut être venu d'adjoindre à M. Salmon un second chargé de Mission.

La *Revue générale des Sciences*, qui, dans les questions dont elle s'occupe, a parfois fait preuve d'une initiative dont ses lecteurs ne lui ont pas su mauvais gré, a une manière de voir un peu différente, qu'elle tient à formuler explicitement. En présence d'une entreprise conduite avec un tel esprit de méthode et caractérisée dès le lendemain de sa création par de tels résultats, il n'y a qu'une seule mesure à prendre : Constituer la Mission scientifique du Maroc avec un budget autonome, suffisant pour lui donner dès maintenant trois ou quatre membres; la doter de la personnalité civile et en confier la gestion aux savants éminents qui représentent à sa tête l'Institut et le Collège de France.

§ 8. — Universités et Sociétés

La Société des Amis de l'Université de Paris. — Cette Société a tenu son assemblée générale annuelle le 3 mai dernier, sous la présidence de M. Casimir Périer. Le président a rappelé en termes émus le souvenir de l'ancien recteur, M. Gréard, qui fut le fondateur de la Société des Amis de l'Université et qui n'avait cessé de lui prodiguer son dévouement. Puis M. Lyon-Caen, membre de l'Institut, a lu son Rapport annuel sur la situation morale et financière de la Société. Il a montré une fois de plus l'utilité des voyages à l'étranger pour les étudiants et a fait appel à la générosité des « Amis » de l'Université afin d'augmenter le nombre des bourses de voyage et les ressources des laboratoires. Ces derniers vont recevoir les sommes suivantes : 2.500 francs au Laboratoire de Pharmacologie de la Faculté de Médecine pour l'achat d'un enregistreur avec régulateur Foucault; 2.000 francs au Laboratoire de Chimie organique, dirigé par M. Haller, laboratoire fréquenté par 24 travailleurs se livrant tous à des recherches originales; 750 francs au Laboratoire de Toxicologie de l'Ecole Supérieure de Pharmacie. Enfin, la Faculté des Sciences recevra 3.200 francs pour l'organisation d'une salle de travail pour ses étudiants. Une somme de 1.000 francs sera consacrée à l'acquisition d'une précieuse collection géologique recueillie à Madagascar par M. Lemoine au cours des deux séjours qu'il fit dans cette île, et 2.000 francs serviront à enrichir la collection d'archéologie de la Faculté des Lettres.

L'assemblée a procédé ensuite au renouvellement du tiers des membres du Comité de direction. Les dix membres sortants ont été réélus. Ce sont MM. Léon Bourgeois, Alfred Croiset, Dervillé, Hachette, d'Haussonville, Albert Kahn, Liard, Monod, Perrot, de Verneuil.

La séance s'est terminée par une savante conférence de M. Charles Gide, professeur à la Faculté de Droit, sur *La houille noire et la houille blanche*.

A la Société de Géographie. — La Société de Géographie de Paris a tenu, le 22 avril, son assemblée générale sous la présidence de M. A. Grandidier, membre de l'Institut. Le secrétaire-général, M. le baron Hulot, a donné lecture du Rapport sur les prix décernés par la Société pour l'année 1904.

Grande médaille d'or de la Société : Dr Sven Hedin, pour ses explorations dans l'Asie centrale (1894-1902).

Prix Herbet-Fournet (médaille d'or et 6.000 francs) : le capitaine E. Lenfant, pour son exploration Niger-Bénoué-Tchad (1903-1904).

Prix Ducros-Aubert (médaille d'or et 1.400 francs) : M. Alfred Lacroix, de l'Institut, pour ses missions à la Martinique (1902-1903).

Prix Pierre-Félix Fournier (médaille spéciale et 1.300 francs) : M. Paul Pelet, pour son « Atlas des colonies françaises ».

Prix Louise Bourbonnaud (médaille d'or) : le lieutenant Charles Chédeville, pour sa carte de l'Afrique occidentale française (3e territoire).

Prix Conrad Malte-Brun (médaille d'or) : le lieutenant L.-P. Drot, pour ses travaux cartographiques relatifs au Haut-Dahomey

Prix Henri Duveyrier (médaille d'or) : le lieutenant E. Nieger, pour sa carte des Oasis sahariennes.

Prix Léon Dewez (médaille d'or) : M. A. Bonnel de Mézières, pour ses explorations dans l'Afrique tropicale (1892-1901).

Brix Barbié du Bocage (médaille d'or) : le commandant O. Barré, pour son ouvrage : « l'Architecture du sol de la France ».

Prix Jules Girard (médaille d'or) : M. Jules Richard, pour ses explorations océanographiques.

Prix Charles Maunoir (médaille de vermeil) : M. A. Plane, pour ses ouvrages « Amazonie » et « Pérou ».

Prix J. Janssen (méd. de vermeil) : le cap. J.-B. Roche, pour ses observations astronomiques en Guinée.

Prix Juvénal-Dessaignes (méd. de vermeil) : M. Max. Petit, pour son ouvrage : « Les Colonies françaises ».

Prix Alphonse de Montherot (médaille d'argent) : M. F.-W. Stokes, pour ses voyages arctique et antarctique (1892-1902).

Prix Charles Grad (médaille d'argent) : M. L.-A. Fabre, pour ses travaux de géographie pyrénéenne.

Prix William Huber (médaille d'argent) : M. E. Chaix-Du Bois, pour ses travaux sur les Alpes.

Prix Alexandre Boutroue (méd. d'argent) : M. Eug. Gallois, pour ses voyages dans les colonies françaises.

Prix Milne-Edwards (médaille d'argent) : l'abbé Soulié, pour ses travaux sur le Thibet oriental.

Prix Francis Garnier (médaille d'argent) : l'abbé Gaillard, pour ses travaux sur Nan-King.

Prix Jomard (Monuments de la Géographie) : M. Henry Duhamel, pour ses études sur les Alpes.

LES THÉORIES SOLAIRES ET LA DISPERSION ANOMALE

Nos idées sur la constitution des corps célestes doivent nécessairement se fonder sur des phénomènes terrestres; nous appliquons donc à ces corps des lois naturelles qui nous ont été révélées par une variété infinie d'observations systématiques.

Bien souvent, cependant, nous sommes ainsi amenés à étendre nos notions physiques fort au delà des limites de nos expériences; nous supposons l'existence de mouvements, de températures, de forces tellement considérables que leur réalisation dans le laboratoire est une impossibilité. Hâtons-nous de dire que ceci n'amoindrit nullement la valeur de la Physique céleste comme science positive, puisque la seule condition que doive remplir une théorie cosmique pour satisfaire l'esprit est celle-ci : chaque fois que l'application des lois physiques à nos conceptions relatives aux astres conduit à prédire une impression déterminée sur nos sens, il faut que l'observation vienne confirmer nos prévisions.

C'est surtout aux impressions *visuelles* que l'on a eu recours pour mettre à l'épreuve l'exactitude de ces conceptions; en ce faisant, on s'est toujours basé sur le principe de la propagation rectiligne de la lumière, c'est-à-dire qu'on n'a jamais douté que les sources lumineuses ne se trouvassent dans la direction même où on les observait. On a tenu compte, certes, de la réfraction dans l'atmosphère terrestre, mais on ne s'est guère préoccupé du pouvoir réfringent de la matière qui compose les corps célestes.

Une simple comparaison met en évidence combien cette omission est capable de fausser les idées. Observons un bec Auer à travers un globe de verre parfaitement transparent, mais taillé à facettes; il sera impossible de distinguer la forme réelle du manchon incandescent; l'aspect de la source lumineuse dépendra essentiellement de l'indice de réfraction du verre, de la configuration et de la position des facettes, et le moindre mouvement du globe peut en changer complètement tous les détails.

Les conséquences de cette observation élémentaire sont énormes, et de nature à révolutionner presque toutes les idées existantes sur la constitution du Soleil.

Nous allons démontrer comment elles peuvent conduire à des explications nouvelles des phénomènes solaires, de leur périodicité, et de leurs relations avec les phénomènes terrestres magnétiques et météorologiques qui les accompagnent.

I. — Rayons courbes.

La lumière ne se propage suivant une ligne droite que dans un milieu homogène; dès que la répartition de la matière n'est plus uniforme, les rayons seront généralement réfractés ou courbés. Lorsque le milieu se compose, par exemple, de couches horizontales dont la densité optique décroît graduellement dans le sens vertical, seuls les rayons verticaux s'y propageront suivant une ligne droite; tout rayon formant un angle avec la verticale sera courbe et sa courbure sera maximum là où sa direction est horizontale.

Il est facile de démontrer qu'en un point quelconque d'un milieu non homogène, on a la relation :

$$\frac{1}{\rho} = \frac{n'}{n},$$

ρ étant le rayon de courbure, n l'indice absolu de réfraction au point considéré, $n' = -\frac{dn}{ds}$ la variation de l'indice de réfraction dans la direction du rayon de courbure.

Entre la densité d du milieu réfringent et l'indice de réfraction existe la relation :

$$\frac{n^2-1}{n^2+2} \cdot \frac{1}{d} = \text{constante}.$$

Dans la plupart des cas, $n > 1$; alors n augmente en même temps que la densité du milieu réfringent, et le rayon lumineux s'incurve vers des couches plus denses; si, au contraire, $n < 1$, le rayon s'incurve vers des couches de densité moindre, c'est-à-dire vers des régions où, dans ce cas, n augmente.

Or, quelle que soit l'idée qu'on se forme au sujet de l'état physique du noyau du Soleil, il est difficile de se représenter les couches extérieures autrement qu'à l'état gazeux et de densité généralement décroissante. On peut, en outre, s'attendre à des irrégularités dans la densité, le rayonnement calorifique et la rotation devant engendrer des courants dans cette masse gazeuse.

Les rayons provenant des couches profondes parcourent dans cette atmosphère des milliers de kilomètres, et y doivent nécessairement subir, alors même qu'ils ne sont que faiblement recourbés, une déviation très notable de leur direction primitive.

Il en résulte que tous les phénomènes solaires que nous observons, les taches, les facules, les gra-

nulations, les protubérances, ne sont que des fantômes, des images, qui, évidemment, prennent naissance grâce à une distribution particulière de la matière solaire, *mais que rien ne nous autorise à considérer comme correspondant à des objets réels semblables.*

Il est difficile de se pénétrer de la conclusion, inévitable cependant, que toutes les données qu'on a cru pouvoir déduire des observations et mesures solaires doivent être rejetées, pour autant qu'elles s'appuient sur la supposition erronée de la propagation rectiligne de la lumière.

Les observations en elles-mêmes ne perdent évidemment rien de leur valeur; mais les conclusions qui en ont été tirées, et sur lesquelles reposent les théories solaires, ne peuvent être maintenues.

Le diamètre de la photosphère, les dimensions des taches, les hauteurs et les vitesses des protubérances, les hauteurs dans la chromosphère auxquelles on a cru constater la présence des gaz différents, sont autant de grandeurs qui perdent leur signification traditionnelle.

Pour donner une nouvelle interprétation de ces phénomènes, nous devons, sans attribuer à leurs *configurations* observées une importance qu'elles ne comportent pas, commencer par nous faire du Soleil une conception fondamentale, qui, dans ses grands traits, soit en harmonie avec nos connaissances générales physiques et astronomiques. En y appliquant les lois de la propagation curviligne de la lumière, nous chercherons à expliquer nos principales impressions visuelles, résultats d'observation. Ensuite, parce qu'il y aura nécessairement des lacunes à combler dans nos idées et explications préliminaires, les observations nous fourniront de précieuses données pour perfectionner notre nouvelle conception du Soleil, qui, finalement, ne devra sur aucun point se trouver en conflit avec nos notions physiques générales.

II. — L'état de la matière dans le soleil. Théorie de M. A. Schmidt.

Il y a quinze ans, personne ne mettait en doute que le Soleil ne fût un corps sphérique, entouré d'une atmosphère gazeuse.

On appelait « photosphère » la surface apparente. On se la représentait comme composée de nuages lumineux, flottant dans les couches assez denses de l'atmosphère, et formés par la condensation des gaz ayant perdu par rayonnement une partie de leur chaleur. Il fallait bien attribuer, soit à la photosphère, soit à quelque couche plus profonde, une certaine consistance pour rendre compte des prétendues « éruptions » : les protubérances.

Au-dessus de la photosphère, on admettait l'existence de la « chromosphère » : une enveloppe de gaz incandescents, visibles lors des éclipses totales, et dont la partie inférieure surtout, la « couche renversante », produirait les raies d'absorption dans le spectre solaire; enfin, au-dessus et bien distincte de la chromosphère, la « couronne », milieu gazeux plus rare et plus étendu.

Beaucoup d'astronomes n'ont pas encore abandonné cette conception, malgré l'objection que la température probable du Soleil (6.000° à 7.000°) dépasse vraisemblablement la température critique de tous les éléments dont la présence dans le Soleil a été révélée par l'analyse spectrale.

Cependant, dès 1891, une toute autre hypothèse fut émise, qui dispensait d'admettre dans le Soleil les états liquide et solide.

Dans son travail remarquable : « Die Strahlen-

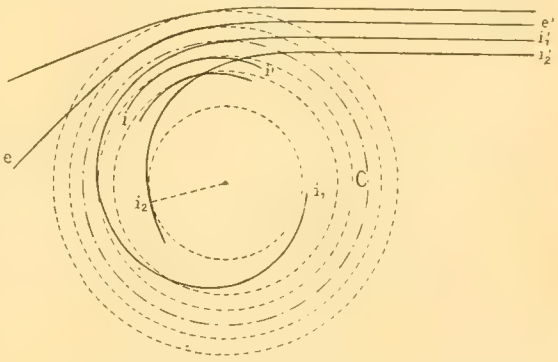


Fig. 1.— *Marche des rayons lumineux provenant de différentes couches de la masse solaire.*

brechung auf der Sonne », le Dr August Schmidt, de Stuttgart, démontra qu'en considérant le Soleil comme une masse gazeuse de densité graduellement décroissante du centre vers les couches extérieures, *l'impression visuelle d'un disque nettement délimité s'explique de façon parfaitement naturelle par l'incurvation des rayons lumineux.*

Pour la démonstration de cette thèse, nous devons renvoyer au travail original de M. Schmidt, et nous nous bornerons à mettre en lumière les conclusions principales.

M. Schmidt a donné le nom de « sphère critique » à la surface sphérique, dans la masse gazeuse, qui satisfait à la condition que son rayon est égal au rayon de courbure des rayons lumineux qui s'y propagent horizontalement; c'est elle qui produit sur nous l'impression visuelle d'un disque lumineux.

Suivons, en effet, le parcours d'un rayon courbe qui nous atteint après avoir été tangent à une surface sphérique enveloppant de très près la sphère critique C (fig. 1). Le rayon de courbure minimum d'un tel faisceau lumineux *ee'* est supérieur au rayon de ladite surface sphérique. Ce faisceau provient

donc de couches extérieures faiblement lumineuses, de sorte qu'on n'observe que peu de lumière suivant la ligne droite e'.

Les rayons lumineux qui, en un point de leur parcours dans la masse gazeuse, sont tangents à des surfaces sphériques situées immédiatement *à l'intérieur* de la sphère critique, ne peuvent jamais quitter le milieu réfringent, car leur rayon de courbure est inférieur à celui de la sphère qu'ils touchent (ii', fig. 1). Ce n'est que dans des couches beaucoup plus profondes, où les variations de la densité et de l'indice de réfraction sont plus lentes, que l'on trouvera de nouveau des faisceaux lumineux tangents à des sphères concentriques de rayon inférieur à leur rayon de courbure minimum ($i_2 i'_2$, fig. 1), et pouvant donc traverser la sphère critique. Cette dernière constitue donc la limite extérieure d'une couche sphérique d'épaisseur considérable, qui ne peut nous envoyer de rayons tangentiels, de sorte que l'accroissement graduel, vers le centre, du rayonnement de cette couche épaisse, nous reste complètement invisible.

Les rayons qui, comme $i_1 i'_1$, traversent la sphère critique dans une direction peu différente de la tangente, ont parcouru dans la masse gazeuse de longues trajectoires spiralées, et proviennent donc de couches très profondes, d'un pouvoir émissif bien supérieur à celui des régions situées près de la sphère critique c, qui, dès lors, *doit nous paraître comme un disque lumineux, contrastant vivement avec son entourage immédiat.*

Les explications données par M. Schmidt des protubérances et d'autres phénomènes solaires sont moins convaincantes, puisqu'il suppose l'existence d'une véritable chromosphère où les divers gaz se trouvent rangés en couches distinctes, dont les protubérances seraient les images difformées.

Mais, en admettant son hypothèse si plausible sur l'état exclusivement gazeux du Soleil, on reconnaît immédiatement combien il serait invraisemblable que les divers gaz y restassent séparés les uns des autres, *les lois mécaniques et thermodynamiques exigeant, au contraire, qu'il s'y produise un mélange intime et continuel.* Ce principe essentiel de notre nouvelle théorie sera développé dans le chapitre suivant.

III. — Les mouvements internes de la masse solaire. Théorie de M. R. Emden.

En appliquant les mêmes développements mathématiques qui ont servi à von Helmholtz pour analyser la nature des mouvements dans l'atmosphère terrestre, M. R. Emden[1] a étudié l'état de mouvement de la matière à l'intérieur du Soleil supposé gazeux.

Ses conclusions ne perdent rien de leur validité lorsqu'on renonce, comme nous, à admettre que la masse solaire gazeuse est nettement limitée par une surface sphérique.

Ce sont les couches extérieures de la masse gazeuse qui se refroidissent le plus vite par rayonnement; elles descendent et sont remplacées par des gaz ascendants, plus chauds, de sorte que, si le Soleil ne tournait pas, il n'y aurait que des courants radiaux. Mais la rotation autour de l'axe modifie considérablement ces courants; la vitesse angulaire des masses descendantes va en augmentant, celle des masses ascendantes diminue; la masse entière se divisera donc en couches de densités différentes, tournant à des vitesses différentes.

Von Helmholtz a démontré que de pareilles couches gazeuses peuvent, pendant un certain temps, se mouvoir les unes par rapport aux autres, nettement séparées par des « surfaces de discontinuité », correspondant à des variations brusques de la densité et de la vitesse.

Le frottement entre deux couches contiguës provoque des ondulations dans cette surface; les vagues, se propageant avec la couche de vitesse maxima, déferlent, forment des tourbillons, de sorte que, par le mélange partiel de deux couches voisines, il pourra se former une nouvelle couche dont les propriétés seront intermédiaires entre celles des couches primitives.

Comme von Helmholtz l'a fait pour les courants atmosphériques, M. Emden a pu déterminer, d'après les conditions du problème, l'allure générale des surfaces de discontinuité pour les couches tournantes du Soleil; il trouve, en effet, que ces surfaces doivent avoir une forme rappelant des hyperboloïdes de révolution, comme l'indique le schéma de la figure 2 (le cercle pointillé ne représente pas la surface du Soleil, mais une sphère quelconque à l'intérieur de la sphère critique).

Les vagues qui prennent naissance dans ces surfaces de séparation se propagent dans le sens de la rotation autour de l'axe, et, lorsqu'elles déferlent après être devenues de plus en plus abruptes, elles forment des tourbillons dont les axes sont partout perpendiculaires à la direction de propagation des vagues, c'est-à-dire coïncident avec les génératrices des surfaces de discontinuité. Les courbes de la figure 2 font donc connaître les directions de ces axes.

Dans une même surface de discontinuité, la différence entre les vitesses de rotation existant de part et d'autre de cette surface est d'autant plus grande que le point considéré est plus rapproché

[1] R. Emden : *Ann. der Phys.*, [4], t. VII, p. 176-197.

de l'axe; il s'ensuit que la transition d'une vague à un tourbillon commencera dans les régions profondes pour ne se produire que plus tard dans les couches plus éloignées du centre; nous verrons plus loin l'importance de cette conclusion.

Puisque ces tourbillonnements provoquent le mélange de deux couches contiguës et la formation de deux nouvelles surfaces de discontinuité, on conçoit que jamais une surface de discontinuité n'existera dans toute son étendue et avec la forme que nous lui avons attribuée dans notre figure schématique. Partout on rencontrera des fragments de pareilles surfaces, mais leur caractère général et les directions moyennes des axes des tourbillons seront bien ceux du schéma. Malgré ces transformations continuelles, l'état de mouvement reste en

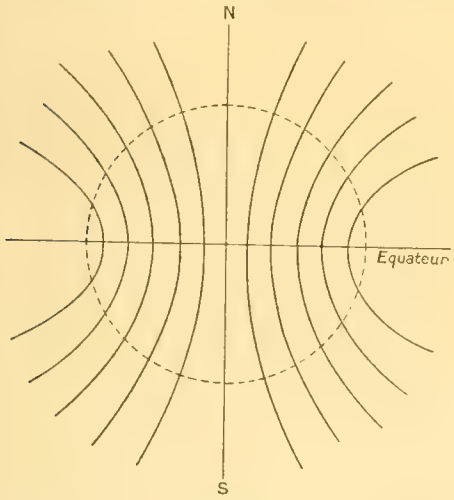


Fig. 2. — *Allure générale des surfaces de discontinuité du Soleil.*

quelque sorte stationnaire; dans l'épaisseur de chaque couche, passagèrement comprise entre deux surfaces de discontinuité, les courants de convection transportent constamment vers l'intérieur des gaz refroidis et font remonter de la substance plus chaude, rétablissant ainsi continuellement les différences de vitesse.

Ainsi, notre conception fondamentale du Soleil comme une masse gazeuse illimitée nous conduit nécessairement à la conclusion *que les gaz y subissent un mélange intime et ininterrompu*, hypothèse éminemment séduisante et plausible, qui ne peut trouver sa place dans aucune des anciennes théories solaires.

Finalement, nous signalons la grande ressemblance entre l'allure des surfaces de discontinuité déterminées théoriquement et la structure visible de la couronne. Ce fait a son importance; il n'y a pas lieu de se méfier de cette impression visuelle, puisque l'image optique de la matière rare de la couronne n'a point subi une aussi forte difformation par réfraction que celle des couches profondes du Soleil.

IV. — La dispersion anomale de la lumière dans les gaz.

Dans les milieux gazeux, comme dans les corps liquides et solides, l'indice de réfraction augmente pour des longueurs d'onde décroissantes; cette dispersion normale n'a toutefois qu'une faible valeur. L'indice de réfraction pour la lumière du sodium est

$$n_D = 1.000.294$$

dans l'air à 0° à la pression atmosphérique. La dispersion, dans ces conditions, n'est que :

$$n_F - n_C = 0,000.002.95,$$

de sorte que la dispersion moyenne relative est :

$$\frac{n_F - n_C}{n_D - 1} = 0,01.$$

Si donc, dans un milieu gazeux, la lumière décrit des trajectoires courbes, celles-ci ne différeront que très peu pour les différentes espèces de lumière.

Toutefois, certains rayons forment une exception à cette règle. Ceux, en effet, dont la longueur d'onde ne diffère qu'extrêmement peu de celle des rayons qui sont fortement absorbés par le milieu gazeux considéré, y sont caractérisés par un indice de réfraction très notablement supérieur ou inférieur à ceux des autres rayons.

En s'approchant de la raie d'absorption du côté des grandes longueurs d'onde, l'indice augmente rapidement; il diminue, au contraire, quand on s'approche de la raie du côté des faibles longueurs d'onde.

Ce phénomène, auquel on a donné le nom de « dispersion anomale », fut découvert par Le Roux, en 1860, pour la vapeur d'iode; plus tard (en 1870) Christiansen et Kundt l'observèrent pour plusieurs substances fortement colorées, et enfin Kundt et Winkelmann pour les vapeurs de sodium et de potassium. M. Becquerel a trouvé que chacune des deux raies du sodium donne lieu individuellement au phénomène de la dispersion anomale.

Certaine particularité que j'observai pour la première fois en répétant les expériences de M. Becquerel, et sur laquelle je reviendrai plus loin, m'incita en 1900 à développer l'hypothèse que nombre de phénomènes solaires peuvent être expliqués à l'aide de la dispersion anomale. Depuis lors se sont multipliées les expériences tendant à prouver que *toutes* les vapeurs métalliques, caractérisées par de fortes raies d'absorption, peuvent donner naissance à ce phénomène. La contribution

la plus importante à notre connaissance de ces faits est due aux travaux de M. H. Ebert, de Munich. Ces recherches ont déjà donné des résultats positifs pour les vapeurs des éléments suivants : sodium, potassium, thallium, lithium, calcium, strontium, baryum, uranium, cérium, lanthanium, argent, zinc, cuivre, fer, et également pour l'oxygène liquide.

Une méthode élégante pour étudier le phénomène est celle des « prismes croisés », due à Kundt.

A l'aide d'un spectroscope ordinaire (à prismes ou à réseau), on étend en un spectre *horizontal* de faible hauteur un faisceau de lumière blanche, provenant d'une petite fente rectangulaire verticale. En disposant sur le parcours de ce faisceau, entre la fente et le spectre, un prisme à arête de réfraction horizontale, constitué par la substance à étudier, chaque couleur du spectre subit une déviation *verticale*, déterminée par l'indice de réfraction dans cette substance pour la couleur en question.

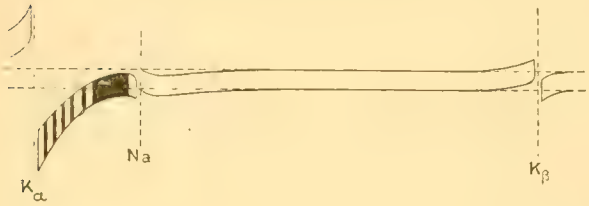


Fig. 3. — *Spectre d'absorption de la vapeur de potassium.*

Le spectre horizontal se transformera donc en une bande courbée montrant immédiatement toutes les particularités du pouvoir réfringent de la substance étudiée.

M. Becquerel et, après lui, M. Wood, MM. Lummer et Pringsheim, M. Ebert, et l'auteur, modifièrent légèrement cette méthode, notamment en se servant d'un spectroscope à fente *horizontale*, suivi d'un spectroscope à fente *verticale*, et obtinrent des résultats du plus haut intérêt; à titre d'exemple, nous reproduisons ci-dessus, d'après un dessin de M. Ebert[1], le spectre courbé (fig. 3) produit par un prisme de vapeur dense de potassium, la dispersion horizontale étant relativement faible; nous pouvons en tirer plusieurs conclusions dont nous nous servirons plus loin.

La valeur très grande de l'indice de réfraction du côté rouge des raies d'absorption K_α et K_β, ainsi que la valeur très faible de l'indice du côté violet de ces deux raies sont ici particulièrement frappantes. Le fait que deux raies d'un même métal donnent lieu à la dispersion anomale à des degrés très différents mérite également d'être signalé.

Du côté violet des raies d'absorption, l'indice de réfraction descend notablement au-dessous de l'unité[1].

Finalement, il importe de constater que la dispersion anomale ne se manifeste *pas* près des *bandes* d'absorption diffuses (trop prononcées dans la figure) entre K_α et Na.

La présence d'une raie d'absorption nettement délimitée paraît être une condition essentielle pour que le phénomène se produise. Il n'est point nécessaire que la raie soit très large : l'expérience réussit tout aussi bien avec des prismes de vapeurs de faible densité donnant des raies d'absorption fines et étroites.

C'est précisément cette dernière particularité (dont on appréciera dans la suite toute l'importance pour l'explication des phénomènes astro-

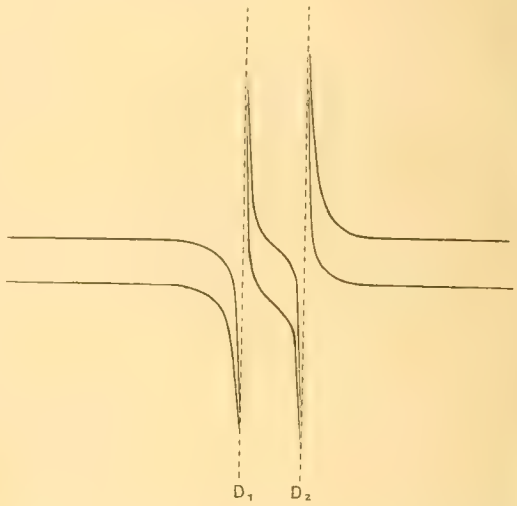


Fig. 4. — *Spectre d'absorption de la vapeur de sodium.*

physiques) que j'observai en répétant les expériences de M. Becquerel et à laquelle je viens de faire allusion.

Le phénomène spectral observé est représenté par la figure 4.

En interceptant la lumière électrique par un écran, placé entre la fente *horizontale* de la disposition adoptée par M. Becquerel et la flamme prismatique du sodium, je distinguai, quoique faiblement, les deux raies *d'émission* figurées par les traits pointillés D_1 et D_2. En admettant ensuite la lumière électrique, je remarquai que les quatre flèches fortement lumineuses s'approchaient de si près des faibles raies d'émission qu'elles semblaient se confondre avec ces dernières. Des mesures micrométriques, effectuées en admettant et en

[1] *Physikal. Zeitschr.*, t. IV, p. 476.

[1] La faible anomalie en sens inverse que l'on constate près des raies D est due à la présence d'une petite quantité de vapeur de sodium à l'extérieur du prisme de vapeur de potassium.

interceptant alternativement la lumière blanche, démontrèrent que la distance entre les raies d'émission et la lumière ayant subi la réfraction la plus forte en sens vertical, tout en étant encore nettement reconnaissable comme telle, *était inférieure à 1/60 de la distance entre D_1 et D_2*. M. Becquerel, qui, primitivement, avait trouvé une distance environ dix fois plus grande, a plus tard confirmé l'exactitude de mon observation.

Il résulte donc de ces expériences que, malgré la largeur considérable des bandes sombres dans le spectre principal, la lumière correspondante n'a été *absorbée* que dans une faible proportion par la flamme du sodium. Celle-ci a laissé passer la presque totalité des ondes lumineuses, même celles dont la longueur ne différait que fort peu de la longueur d'onde des raies D; toutefois, elle a fait dévier ces derniers rayons bien plus fortement que les autres portions du spectre, situées loin des raies d'absorption.

Voici donc un cas où le spectre d'absorption d'une vapeur présente de larges bandes sombres, *qui ne méritent pas le nom de bandes d'absorption.*

La disposition spéciale de l'expérience permettait de voir ce qu'était devenue la lumière qui faisait défaut autour des raies du sodium; mais si, pour une cause ou l'autre, cette lumière, déviée d'une façon anomale, n'avait pu arriver dans le champ du spectroscope, on aurait sans doute attribué à tort les bandes sombres uniquement à l'absorption.

Des mesures précises de la valeur de la dispersion anomale font encore défaut; les résultats acquis permettent de l'évaluer à plus de mille fois la dispersion normale.

Il est évident que les rayons sujets à la dispersion anomale seront fortement courbés dans un milieu de densité irrégulière. Si donc, dans la théorie solaire de M. Schmidt, la dispersion ne joue qu'un rôle secondaire, puisqu'il n'y est pas encore question de la dispersion *anomale*, on comprend, d'après ce qui précède, qu'il y a lieu de réserver à cette dernière une place prépondérante dans l'explication des phénomènes solaires.

Nous formulons comme suit nos conclusions principales :

1° Lorsque la lumière émanant d'une source à spectre continu traverse un espace où de la vapeur de sodium se trouve disséminée de façon irrégulière, les rayons voisins des raies D seront déviés bien plus fortement que les autres de leur direction primitive. Le maximum de déviation sera subi par les ondulations lumineuses dont la longueur diffère si peu de λ_{D_1} et de λ_{D_2} qu'on peut à peine les distinguer de la lumière du sodium.

Des vapeurs de sodium faiblement lumineuses ou même obscures, traversées par un faisceau énergique de lumière blanche, peuvent donc *en apparence* émettre une lumière assez intense, qui, *tout en provenant en réalité de la source extérieure*, présente une ressemblance forte, mais trompeuse, avec la lumière du sodium.

2° Lorsqu'on examine au spectroscope la lumière blanche qui a traversé, à peu près en ligne droite, un espace rempli de vapeurs de sodium, il est possible qu'on trouve, à l'endroit occupé par les raies D, de larges bandes sombres dues à la forte déviation subie par la lumière de cette région spectrale, qui n'a ainsi pu atteindre la fente du spectroscope. Dans ce cas, la dispersion anomale provoque l'illusion d'un élargissement des raies d'absorption.

De ces deux corollaires importants, nous allons appliquer le premier aux phénomènes solaires qui se caractérisent par un spectre à raies brillantes, le second à ceux qui présentent un spectre continu à raies obscures.

V. — Phénomènes solaires donnant un spectre a raies brillantes.

Après avoir développé et coordonné dans les pages précédentes les hypothèses et observations physiques qu'il était indispensable de rappeler pour faciliter la complète compréhension des explications nouvelles que nous allons donner des phénomènes solaires, nous pouvons aborder l'étude de la *chromosphère* et des *protubérances*.

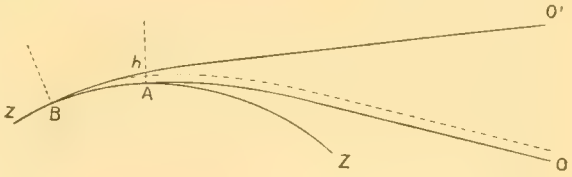


Fig. 5. — *Marche de rayons normaux* AO, O'B, *et ayant subi la dispersion anomale* OhB.

Supposons que l'arc ZZ' (fig. 5) représente une partie d'un grand cercle de la « sphère critique » de M. Schmidt; l'observateur se trouve à une grande distance dans la direction de O.

Un rayon qui, en un point quelconque A, quitte cette surface sous un angle d'à peu près 90° avec la normale, et qui provient donc de couches très profondes (voir Chap. II), atteindra le point O suivant une trajectoire dont la courbure diminue constamment, si nous admettons que la densité de la masse solaire décroît graduellement vers l'extérieur. Un rayon qui, dans les mêmes conditions, part de B, suit le chemin BO', et, par suite, n'atteint pas le point O; pour l'observateur placé en O, A se trouve encore situé juste à la limite du disque

solaire apparent; mais la lumière venant du point B est invisible pour lui.

De petites irrégularités dans la densité de la matière le long du chemin AO pourront bien troubler tant soit peu le parcours des rayons, mais seulement dans une faible mesure, l'indice de réfraction dans les gaz différant peu de l'unité. Ces troubles se manifestent par des entailles peu profondes du bord du disque solaire.

Supposons à présent que, dans le voisinage de A, au-dessus de la surface ZZ', se trouve, mélangée à d'autres gaz, de la vapeur de sodium, *de densité non uniforme*, et figurons-nous cette vapeur peu ou point lumineuse.

La majeure partie du faisceau BO' de lumière blanche ne subira de ce chef qu'une faible réfraction irrégulière; par contre, les rayons dont la longueur d'onde diffère très peu de λ_{D_1} et de λ_{D_2} dévieront plus fortement, et pourront suivre par exemple le chemin pointillé B*h*O.

Alors on pourra observer de O, à une petite distance A*h* au-dessus de A, *de la lumière, ayant une grande analogie avec celle du sodium, mais venant néanmoins, par le point* B, *d'une source intérieure à spectre continu.*

Si notre explication est exacte, l'examen spectroscopique précis de cette lumière, dite chromosphérique, devra révéler une différence en longueur d'onde avec les raies d'émission D.

On serait peut-être tenté de croire que, seuls, les rayons dont l'indice de réfraction *dépasse* la valeur normale, c'est-à-dire ceux dont les longueurs d'onde sont *un peu plus grandes* que λ_{D_1} et λ_{D_2} peuvent arriver, par le chemin B*h*O jusqu'à l'observateur. Tel n'est cependant pas le cas, car il suffit qu'il y ait au-dessus de A de la vapeur de sodium de densité croissante de bas en haut pour que des rayons à indice *exceptionnellement petit*, c'est-à-dire inférieur à l'unité, puissent suivre ce même parcours B*h*O.

On peut donc s'attendre à trouver dans le spectre de la chromosphère des rayons situés de part et d'autre de chacune des raies D; en outre, c'est tout près du bord du disque solaire apparent qu'il y a le plus de chance de voir encore de la lumière qui diffère relativement beaucoup en longueur d'onde de celle du sodium, car là il suffit que l'indice de réfraction diffère peu de la valeur normale pour faire infléchir des rayons de la photosphère (c'est-à-dire de la sphère critique) dans la direction de O. Par contre, loin au-dessus de A, on ne devra apercevoir en général que les rayons qui se distinguent à peine de la lumière du sodium.

Ces déductions de la théorie de la dispersion anomale correspondent exactement à la réalité des phénomènes observés sur les raies de la chromosphère. Celles-ci ont souvent une large base et se prolongent en forme de flèche. On pourra s'en convaincre par les figures et descriptions données dans l'ouvrage de M. N. Lockyer : *Chemistry of the sun* (p. 109 et 111). C'est surtout pour les raies chromosphériques de l'hydrogène que cette forme caractéristique est particulièrement frappante.

Les mêmes considérations s'appliquent à toutes les vapeurs donnant lieu à la dispersion anomale. En dehors de la sphère critique, on observe donc une région produisant un spectre de raies brillantes, alors même que les substances gazeuses n'y sont que peu ou point lumineuses.

Nous pouvons donc *écarter l'hypothèse* de l'existence réelle d'une chromosphère où les vapeurs fortement lumineuses seraient distribuées en *couches distinctes*. Si nous conservons le mot « chromosphère » pour la facilité du langage, nous ne désignons par là que la zone à raies spectrales brillantes, extérieure au disque apparent, et visible lors des éclipses totales.

Au commencement et à la fin de la totalité, on peut observer, pendant quelques secondes, ce qu'on appelle le spectre du « flash », qui correspond donc aux couches intérieures de cette « chromosphère », et qui se caractérise par une abondance particulière de raies brillantes.

A des distances croissantes du bord du Soleil, les raies deviennent de moins en moins nombreuses; mais il serait faux d'en conclure que beaucoup d'éléments qu'on rencontre encore dans les couches plus profondes de la chromosphère fassent défaut dans les régions élevées, hypothèse inévitable dans les anciennes théories; nous n'y voyons plus, au contraire, qu'un phénomène purement optique, déterminé simplement par les degrés différents auxquels les différentes raies d'absorption du mélange gazeux occasionnent la dispersion anomale de la lumière voisine.

Ensuite, il n'y aura plus lieu de s'étonner que *d'un même élément* certaines raies soient visibles jusque dans des régions élevées, d'autres seulement près du bord; ni, d'ailleurs, des divergences souvent considérables entre les rapports des intensités des raies d'un même élément, d'une part dans le spectre de la chromosphère, d'autre part dans les spectres d'émission et d'absorption.

La lumière des raies de la « chromosphère » et du « flash » peut être distribuée symétriquement de part et d'autre des raies correspondantes de Fraunhofer, de sorte que, dans ce cas, l'on croit observer une coïncidence avec ces dernières; par contre, en cas de distribution irrégulière de la densité des vapeurs, il peut arriver que tantôt les rayons à indice très grand (c'est-à-dire à λ un peu

plus grande que celle de la raie d'émission), tantôt les rayons à indice très faible (donc à λ un peu plus petite) prédominent dans la lumière infléchie vers nous par dispersion anomale; on peut alors s'attendre à ce que les raies de la chromosphère et du flash soient déplacées par rapport aux raies d'absorption.

On sait que l'observation confirme pleinement cette prévision.

Notre explication de la lumière de la chromosphère fait prévoir que les raies de son spectre ne seront pas très nettes, mais plus ou moins diffuses, et que, dans la plupart des cas, *elles montreront un étroit noyau obscur correspondant à la valeur exacte de la période de vibration qui caractérise le gaz absorbant;* on n'oubliera pas, cependant, que la raie d'absorption qui mérite réellement ce nom pourrait bien être si étroite qu'elle échappe à l'observation, et notamment beaucoup plus étroite que la raie de Fraunhofer dans le spectre ordinaire, laquelle paraît élargie par dispersion anomale de la lumière voisine.

Les photographies spectrales obtenues lors d'éclipses solaires totales montrent, en effet, très souvent ce dédoublement de raies, que l'on a toujours attribué à des causes fortuites ou à des imperfections techniques.

Or, il est excessivement remarquable que *toutes les photographies obtenues à l'aide de la chambre à prismes par l'Expédition hollandaise qui, en mai* 1901, *observa l'éclipse totale à Sumatra, montrent des raies* (*faucilles*) *chromo-sphériques doubles ;* à plusieurs endroits, l'aspect de l'une des composantes de la raie double diffère notablement de celui de l'autre. Il a été impossible d'expliquer cette particularité par un défaut de mise au point ou par quelqu'autre cause perturbatrice. La distribution observée de la lumière dans les faucilles doubles correspond parfaitement à ce qu'elle devrait être d'après mes recherches théoriques, publiées ailleurs, en supposant que *toute* cette lumière ne se compose que de *rayons photosphériques déviés par dispersion anomale*[1].

Il est évidemment possible que les résultats de cette Expédition, qui fut peu favorisée par l'état atmosphérique, aient été influencés par des perturbations inconnues; mais il est incontestable que, lors des éclipses solaires futures, la distribution de la lumière dans les raies chromosphériques méritera une attention toute spéciale. Les observateurs ne pourront vouer assez de soins à la mise au point exacte de leurs appareils, sans se laisser influencer par la supposition, dénuée de fondement, que les raies de la chromosphère doivent être simples et nettement limitées.

[1] *Arch. néerl.*, [2], t. VII, p. 88-98, 1902.

Les difformations, élargissements, excroissances, ramifications, observés souvent sur les raies de la chromosphère ou de protubérances, ont été, jusqu'ici, expliqués, de façon bien peu satisfaisante d'ailleurs, par le principe de Doppler, d'après lequel les raies d'émission d'un gaz incandescent doivent, dans le spectre, se déplacer dans la direction de la lumière violette lorsque la substance lumineuse s'approche de nous à une vitesse considérable, et dans la direction opposée lorsqu'elle s'éloigne. La grandeur de ce déplacement des raies permet de calculer la vitesse du gaz suivant la ligne visuelle, et l'on a ainsi trouvé des vitesses de plus de 200, quelquefois jusqu'à 500 kilomètres par seconde!

Quelqu'invraisemblables que soient l'apparition et la cessation soudaines de ces déplacements d'énormes quantités de matière à des vitesses aussi formidables, tant qu'on n'avait pas d'autre explication, il fallait bien accepter cette hypothèse, si contraire à nos notions physiques.

La dispersion anomale élimine complètement la difficulté.

Les raies de la chromosphère *ne sont point des raies d'émissions difformées*; leur lumière se compose de rayons *voisins* de ces raies et provient de couches profondes du Soleil; elle peut se différencier d'autant plus des raies d'émission des gaz qu'il existe sur son chemin de plus grandes irrégularités dans la densité de la masse solaire.

Bien qu'en elles-mêmes ces irrégularités soient dues à certains mouvements dans la matière gazeuse, *nous pouvons entièrement nous passer de l'hypothèse de ces vitesses inouïes qu'entraîne l'application du principe de Doppler dans les théories existantes.*

Ajoutons que, récemment, plusieurs physiciens ont réussi à obtenir un spectre de raies brillantes et à reproduire artificiellement plusieurs phénomènes solaires (taches et protubérances) par dispersion anomale de lumière blanche d'une source terrestre dans des vapeurs peu ou point lumineuses.

Si donc il est facile d'arracher de l'esprit cette supposition de mouvements fantastiques de matière solaire suivant la ligne visuelle, il est moins aisé d'abandonner de même l'hypothèse de projections *radiales* de matière incandescente; pour tous les astronomes qui partent du principe que les *phénomènes* lumineux de la chromosphère sont les projections géométriques d'*objets* lumineux semblables, elle trouve un appui singulièrement fort dans l'observation directe, — car *ne voit-on pas* monter les protubérances à des vitesses de centaines et de centaines de kilomètres par seconde?

Mais les variations incohérentes de ces vitesses

radiales, sans qu'on puisse découvrir aucun équivalent de l'énergie perdue ou absorbée; la formation de protubérances nébuleuses loin du bord du Soleil; le calme plat auquel font place soudainement les « éruptions » les plus violentes, — ce sont autant d'énigmes dont la clef est restée introuvable.

Or, dès qu'on renonce, comme nous le faisons dans notre théorie, à attribuer aux impressions visuelles cette signification prépondérante, on n'aura plus de peine à considérer ces mouvements radiaux comme une illusion d'optique, qu'il convient d'analyser à l'aide des principes physiques qui nous guident dans notre étude.

Rappelons-nous qu'en appliquant la théorie de M. Emden à un soleil gazeux illimité (Chap. III), nous voyons dans la « chromosphère » (simple continuation, d'ailleurs, de la « photosphère ») un milieu dont la structure est déterminée par les vagues et tourbillons qui s'y propagent dans les surfaces de discontinuité; nous en considérons les régions qui, pour nous, se projettent immédiatement en dehors du disque.

Puisque, de par leur nature et leur origine mêmes, ces tourbillons se caractérisent par de grandes irrégularités de densité de la matière solaire, ils donnent lieu, bien plus que les couches de densité plus uniforme qui les séparent, à la dispersion anomale de la lumière blanche qui les traverse. Ils font donc dévier une portion notable de cette lumière, qui, sans cela, serait perdue pour nous, dans la direction de la Terre; il en résulte qu'un tel tourbillon doit se rendre visible par une image lumineuse apparente ayant l'allure générale d'une portion de génératrice d'une surface de discontinuité (fig. 2, Chap. III).

La « chromosphère », dont, en effet, la structure visible ressemble à la section verticale d'une prairie touffue enveloppant la photosphère, n'est donc que l'image de l'ensemble de ces tourbillons relativement petits, continuellement formés par enroulement des surfaces de discontinuité dans l'océan solaire.

De même, on n'aura pas de difficulté à reconnaître dans les protubérances les régions tourbillonnantes plus étendues, formées, lorsqu'elles déferlent, par les très grandes vagues, plus rares, de ces surfaces agitées.

Et puisque (voir Chap. III) le passage d'une vague à l'état de tourbillon commencera généralement, et surtout pour ces ondulations de grande amplitude, dans les régions les plus rapprochées de l'axe de rotation du Soleil, pour se propager ensuite vers l'extérieur, le phénomène lumineux qui l'accompagne devra également se propager en s'éloignant du bord du Soleil : *c'est à cette circonstance que les protubérances doivent leur analogie trompeuse avec des éruptions ou projections radiales.*

La chromosphère et les protubérances ont fait l'objet d'observations spectrales minutieuses et multiples; la littérature sur ce sujet est des plus étendues.

Nous sortirions du cadre de cet exposé si nous voulions démontrer que pas une des particularités décrites par MM. Janssen, Lockyer, Young, Deslandres, et par tant d'autres observateurs habiles et consciencieux, disposant d'un outillage remarquable, n'échappe à une explication parfaitement naturelle à l'aide des principes que nous avons développés.

Les excroissances irrégulières des deux composantes des raies doubles de la chromosphère et des protubérances; les mouvements latéraux de ces dernières; leur disparition rapide; l'apparition presque immédiate d'une protubérance à l'endroit précis du bord du Soleil où les raies subissent un déplacement soudain du côté violet du spectre; la différence d'aspect entre les protubérances polaires et équatoriales, tous ces phénomènes et beaucoup d'autres, observés depuis longtemps, sont des conséquences nécessaires de notre théorie; nous devons, pour la démonstration, nous référer à nos publications antérieures.

En résumé, *nous éliminons complètement de l'explication des protubérances la notion de vitesse*, en tant que déplacement radial de matière, ou propagation d'un phénomène chimique ou d'un état de mouvement; il n'y a que formation normale de tourbillons *sous l'influence de l'état local de la matière solaire.* Quand une vague déferle *successivement* en des endroits de plus en plus éloignés de l'axe solaire, on ne peut évidemment parler d'une « vitesse » de propagation du phénomène, dans le sens physique de ce mot.

VI. — Phénomènes solaires donnant un spectre continu a raies sombres.

La lumière voisine des ondulations correspondant aux raies d'absorption proprement dites, pour la photosphère tout entière, subit, dans les tourbillons du Soleil, une déviation plus ou moins considérable due à la dispersion anomale; elle fournit, dans tout le système solaire, la lumière chromosphérique, dont les rayons, qui, pour nous, se projettent sur le firmament aux environs du disque solaire apparent, constituent, dans un sens plus étroit, « la chromosphère ». Cette lumière doit donc faire défaut dans le spectre continu du disque. La généralité du phénomène explique pourquoi, dans le spectre solaire ordinaire, même dans celui

des régions centrales du disque, les raies de Fraunhofer se détachent sur un fond plus ou moins obscurci de part et d'autre de la raie.

Nous attribuons donc une double origine aux raies sombres du spectre solaire, une *absorption* réelle des ondes dont la période coïncide très exactement avec la période de vibration de la matière, et une *dispersion* de la lumière avoisinante, fortement déviée.

Là où les irrégularités de la densité sont particulièrement prononcées, c'est-à-dire, comme nous le verrons un peu plus loin, dans les *taches*, cette dispersion sera considérable : c'est pourquoi il y a *élargissement des raies de Fraunhofer dans le spectre des taches.*

Cette lumière dispersée n'a pas disparu : son absence dans le spectre d'une tache est contrebalancée par une augmentation d'intensité des rayons situés immédiatement de part et d'autres des raies, dans le spectre des *facules* voisines. Là, on pourra donc rencontrer, au contraire, des raies légèrement déplacées de part et d'autre par rapport aux raies d'absorption et contrastant avec le fond *par un plus grand éclat*, tandis que la raie de Fraunhofer proprement dite sera plus étroite et paraîtra moins sombre que d'ordinaire.

Quelquefois, les raies brillantes des facules aussi bien que les raies sombres des taches sont fortement déformées.

Ces anomalies spectrales, dont on ne rend compte que bien péniblement à l'aide du principe de Doppler, s'expliquent sans peine, dans notre théorie, comme conséquence d'une distribution très inégale de la densité.

Nous n'avons aucune raison de ne pas étendre la théorie de M. Emden, relative aux mouvements dans un milieu gazeux, jusqu'aux régions cosmiques de notre système solaire où, non seulement les dernières lueurs de la « couronne », mais aussi la « lumière zodiacale », nous révèlent l'existence d'une matière extrêmement raréfiée, mais certainement pondérable. Nous devons donc admettre que les surfaces de discontinuité s'y prolongent, et que la densité y présentera des irrégularités locales. L'aspect bien connu de la couronne peut nous donner une idée de l'allure générale de ces surfaces ; il y en a beaucoup qui semblent s'étendre dans la région équatoriale comme des lames presque planes et peu inclinées sur l'équateur.

Quand on a bien présente à l'esprit cette structure stratiforme, et, aux endroits des tourbillons, tubiforme, de la substance gazeuse, on conçoit que les feuilles des surfaces de discontinuité qui se trouvent entre la Terre et le Soleil se projettent géométriquement sur le disque sous forme de zones plus ou moins étroites, parallèles à l'équateur solaire. Toutes les fois que ces zones sont particulièrement étroites et les discontinuités très prononcées, les faisceaux lumineux nous atteindront après de longs parcours dans des lames à densité variable et, par conséquent, *auront perdu une notable portion de leurs rayons*, déviés par dispersion anomale.

La perte sera plus considérable encore lorsque la ligne visuelle coïncide avec l'axe d'un tourbillon ; *on doit alors observer sur le disque un point obscur*. Pour s'en rendre compte, il suffit de se représenter un faisceau tubulaire de lumière entourant l'axe d'un tourbillon, qui est une ligne de densité minima ; si $n > 1$, la divergence du faisceau augmente, et la quantité de lumière qui atteint la Terre est diminuée.

Si, au lieu d'un seul, tout un faisceau de tourbillons est dirigé vers la Terre, le point *s'étend en une tache*, qui, tout en changeant continuellement de forme, peut rester longtemps visible, malgré la rotation du Soleil, puisque les axes des tourbillons ne coïncident pas rigoureusement avec les génératrices des surfaces de discontinuité, de sorte que, pendant un temps relativement long, la ligne visuelle peut, dans cette région de tourbillons violents, rester parallèle à un grand nombre d'entre eux sur une partie notable de leur étendue.

Les facules doivent leur origine aux régions où, au contraire, la substance se trouve distribuée de telle façon qu'un faisceaux lumineux qui la traverse subit une diminution de sa divergence.

Une des anomalies spectrales les plus énigmatiques dont il soit fait mention dans la littérature astronomique est, sans contredit, le spectre solaire anormal de Hale [1].

Les photographies prises sur une même plaque, à courts intervalles, montrent, encadré entre les spectres normaux obtenus avant et après la perturbation éphémère, un spectre complètement anormal qui se caractérise principalement :

1° Par l'affaiblissement considérable d'un grand nombre de raies de Fraunhofer, dont plusieurs sont même presque complètement effacées ;

2° Par le renforcement extraordinaire de certaines autres raies d'absorption ;

3° Par de notables déplacements de certaines raies.

Frappé par la contradiction apparente que les raies affaiblies sont précisément celles auxquelles correspondent les raies chromosphériques les plus brillantes, j'ai cherché à expliquer ces perturbations singulièrement compliquées à l'aide des principes que je viens d'exposer.

[1] George E. Hale : Solar research at Yerkes Observatory. *Astroph. Journ.*, t. XVI, p. 211-233, 1902.

Non seulement je crois y avoir pleinement réussi, mais il semble même permis de dire que le spectre de Hale fournit un appui des plus importants aux idées nouvelles.

J'ai consacré à ce phénomène merveilleux une étude spéciale [1], qui ne saurait trouver place ici.

Nous nous trouvons donc de nouveau en présence d'un phénomène que, jusqu'ici, il avait fallu attribuer à une modification aussi considérable qu'énigmatique de la « couche renversante », dont le pouvoir émissif et absorbant aurait subi soudainement, sur une étendue immense, un bouleversement total, au point de le rendre méconnaissable.

Notre théorie en rend compte sans avoir recours à aucune hypothèse artificielle.

VII. — La variabilité périodique de la radiation solaire.

Les variations périodiques de la fréquence des taches et des protubérances solaires ont donné naissance à la supposition que la quantité d'énergie rayonnée par le Soleil serait soumise à des fluctuations analogues. Des recherches très étendues, effectuées par Köppen, par Ch. Nordmann et d'autres, ont, en effet, révélé l'existence d'oscillations périodiques de la température moyenne sur la Terre, les périodes coïncidant avec celles des taches solaires, dans ce sens, toutefois, que *les maxima de fréquence des taches correspondent aux minima de température terrestre.*

Pendant les périodes de grande variabilité de l'aspect du Soleil, ce dernier ne rayonne donc pas vers la Terre, comme on le supposait généralement, une plus grande, *mais, au contraire, une plus faible quantité d'énergie.*

Sir N. Lockyer et W. J. S. Lockyer ont, en outre, trouvé une différence dans le *caractère* du spectre des taches, observé au cours des années de grande ou de faible fréquence de ces dernières.

On n'a pas su établir encore avec certitude que l'aspect variable des raies de Fraunhofer dans le spectre de la photosphère présente la même périodicité; mais il est, en tout cas, excessivement remarquable que les particularités du spectre des taches pendant les maxima montrent une grande ressemblance avec les anomalies du spectre singulier de la photosphère, photographié par M. Hale en 1894, c'est-à-dire pendant une période de grande fréquence des taches.

Il est donc permis d'attribuer les deux phénomènes à une cause commune, et nous en concluons *que, pendant les années où les taches sont nombreuses, le faisceau de lumière qui frappe la Terre est plus souvent tangent à des surfaces de discontinuité très prononcées que pendant les années où la fréquence des taches est un minimum.*

La *multiplicité* des taches provient alors des tourbillonnements énergiques dans les parties de ces surfaces qui se trouvent dans les couches plus denses de la masse solaire gazeuse; *l'élargissement exceptionnel des raies d'absorption* est dû à la dispersion anomale de la lumière, sur tout son parcours vers la Terre dans toute l'immense étendue de cette structure stratiforme et tubiforme du milieu gazeux.

Dès lors, *il est évident qu'un minimum de la température moyenne de la Terre doit coïncider avec un maximum de taches*, car c'est alors que tous les rayons voisins des innombrables raies d'absorption subissent une dispersion beaucoup plus considérable.

La lumière des taches subissant cette influence à un degré supérieur, on ne s'étonnera plus que ce soit le spectre de ces endroits qui montre le plus nettement les conséquences que nous venons d'indiquer de la variabilité du milieu réfringent [1].

Ne doit-on pas se demander si notre hypothèse d'une variabilité périodique des parties des surfaces de discontinuité le long desquelles nous observons le Soleil est suffisamment justifiée par le seul fait qu'elle nous fournit une explication simple et naturelle de l'apparition simultanée des phénomènes spectraux susmentionnés et des maxima des taches?

Jusqu'à ce jour, on a toujours considéré la période undécennale de la fréquence des taches, ainsi que les oscillations, plus courtes, de la fréquence des protubérances, comme des manifestations d'une « activité variable » du Soleil; mais en quoi consiste exactement cette « activité », et quelle est la cause de ses fluctuations, ce sont des questions au sujet desquelles les opinions sont encore aussi vagues que nombreuses.

Les hypothèses de M. de la Rue et de M. Balfour Stewart sur une influence des planètes sur le Soleil; celle de M. Herschel sur l'apparition périodique de nuages de météores; celle de M. J. Halm sur les fluctuations périodiques de la température de la photosphère sous l'effet de la formation et de la destruction partielle alternatives d'une enveloppe à grand pouvoir absorbant: toutes, elles sont restées en défaut pour expliquer la variabilité du pouvoir rayonnant et des phénomènes spectraux du Soleil, sans introduire de nouvelles difficultés de principe.

[1] *Arch. Néerl.*, série II, t. VIII, p. 374.

[1] Pour les détails de notre explication des « widened line crossings », découverts par M. Lockyer, nous renvoyons à une étude publiée dans les *Proc. Roy. Acad. of Amsterdam*, vol. VI, p. 270.

Dès lors, il semble permis de chercher cette explication à l'aide de l'hypothèse que nous venons de développer, et qui, dans notre théorie, ne saurait être qualifiée d'artificielle.

Peut-être même n'est-il pas indispensable d'admettre une périodicité quelconque de « l'activité solaire » (quel que soit le sens qu'on attache à ce mot) pour rendre compte des variations régulières de l'aspect général du Soleil et de la composition de sa lumière. Nous montrerons plus loin (Chap. X) qu'il semble possible *d'expliquer la période undécennale par l'étude purement géométrique* du déplacement de la Terre par rapport à la masse solaire gazeuse, supposée dans un état relativement stationnaire, et formant le « système optique » de structure spéciale à travers lequel nous observons le noyau incandescent.

Pour le moment, toutefois, nous partirons de notre hypothèse provisoire que l'ensemble des surfaces de discontinuité le long desquelles nous arrive la lumière du Soleil subit des variations de même périodicité que la fréquence des taches et des protubérances, sans nous préoccuper de la cause de ces fluctuations simultanées.

VIII. — Conséquences du mouvement de la Terre a travers le champ inégal de la radiation solaire.

Lorsqu'on introduit une flamme de Bunsen entre une source lumineuse intense et un écran blanc, l'éclairement de ce dernier devient fort inégal.

De même, la lumière du Soleil, longeant les surfaces de discontinuité, se répand inégalement dans l'espace : la Terre avance dans un champ irrégulier de radiation solaire.

Il est vrai que le pouvoir réfringent de la matière de la couronne est minime; mais néanmoins les trajectoires immensément longues des ondulations lumineuses sujettes à la dispersion anomale pourront être sensiblement recourbées, et le degré de divergence de leurs faisceaux, surtout de ceux qui longent lesdites surfaces, pourra être très différent, et subir de grandes variations.

Il n'est point nécessaire que cette incurvation soit forte pour produire sur la Terre un effet considérable. Supposons que d'un point du Soleil émane un cône de lumière, dont la demi-ouverture, dans le cas de propagation rectiligne, serait de 1″, et que ce faisceau élémentaire coïncide avec l'axe d'un tourbillon. Il suffit alors que les rayons de la surface du cône ne dévient que de 1″ de leur direction primitive, pour que la divergence du faisceau soit doublée, ce qui réduit au quart de la valeur normale l'intensité que possède, pour un point déterminé de la Terre, la lumière de la longueur d'onde considérée.

Bien que l'angle visuel sous lequel on mesurerait en un point du Soleil le diamètre de la Terre ne soit que de 17″,6, on conçoit, en généralisant ce raisonnement, que les surfaces de discontinuité puissent constituer une cause cosmique déterminant des différences dans l'énergie solaire rayonnée simultanément vers des points divers de l'hémisphère éclairé.

Notre théorie rend donc compte de toute une catégorie de perturbations locales d'origine cosmique dans les phénomènes terrestres influencés par la radiation solaire, et qui, sans ces perturbations cosmiques, obéiraient à des lois ne dépendant que de la configuration géographique, de la rotation de la Terre autour de son axe, et de la succession des saisons.

Nous étendrons ce raisonnement à deux groupes de variations *périodiques* de l'action sur la Terre de la radiation du Soleil.

§ 1. — Les périodes semi-annuelles et annuelles.

A de très grandes distances de l'axe du Soleil, les surfaces de discontinuité s'approchent de plus en plus de surfaces planes.

Celles qui sont voisines du plan équatorial seront donc aussi à peu près parallèles à ce dernier; l'impression visuelle des lignes structurales de la couronne dans ses régions extrêmes correspond à cette considération théorique.

Figurons-nous les surfaces de discontinuité géométriquement prolongées jusqu'à l'orbite de la Terre; on voit immédiatement que leurs sections avec le globe terrestre seront des cercles parallèles, dont toutefois l'orientation par rapport aux parallèles géographiques dépendra de la position de la Terre dans son orbite.

Choisissons, pour fixer les idées, quelques positions caractéristiques.

Le 21 mars, l'aspect de la Terre, vue du Soleil, correspondra à la figure 6 *a*; au printemps, le pôle sud du Soleil se trouve orienté vers la Terre; le 5 mars, notre planète a atteint le point de son orbite où la distance au plan équatorial du Soleil est un maximum.

L'équateur solaire pourrait donc être représenté par un trait au nord de l'écliptique E, et presque parallèle à cette dernière, mais à une distance de 7°, mesurée du Soleil. (Le rayon de la Terre n'étant que 8″,8, ce trait tomberait donc tout à fait en dehors du papier.) Les surfaces de discontinuité prolongées, pouvant encore être considérées comme sensiblement parallèles à l'équateur solaire à cette distance de 7°, peuvent donc être figurées par des traits pointillés *d*, à peine inclinés par rapport à E.

Les figures 6 *b*, 6 *c* et 6 *d* représentent respectivement l'hémisphère éclairé, vu du Soleil,

le 21 juin, le 22 septembre et le 21 décembre; l'inclinaison maxima des traits figurant les surfaces de discontinuité (toujours supposées parallèles à l'équateur solaire) par rapport à l'écliptique est de 7° (le 4 juin et le 4 décembre).

L'examen de ces figures démontre :

1° Qu'aux équinoxes (fig. 6, *a* et *c*) tous les points éclairés de la Terre traversent, pendant le mouvement diurne, les surfaces de discontinuité sous des angles relativement grands (supérieurs à 23° vers midi), et toute la journée dans le même sens.

2° Que, peu après les solstices, ces points décrivent, au contraire, des trajectoires sensiblement parallèles à ces surfaces peu avant et après-midi, et les traversent le matin et le soir sous des angles de sens opposé.

Si nous nous rappelons que les conditions qui

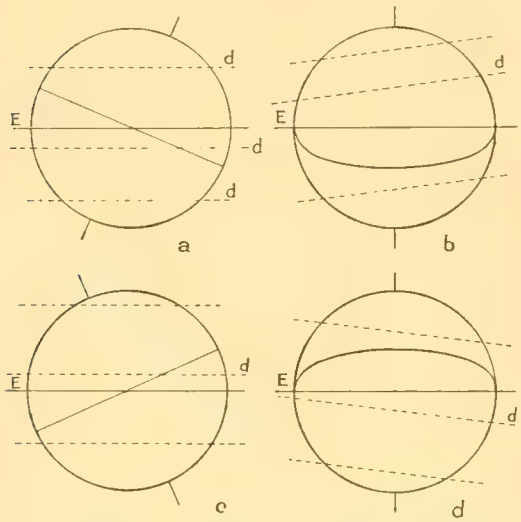


Fig. 6. — *Aspects de la Terre vue du Soleil à différentes époques.* — E, écliptique; *d*, projection de l'équateur solaire.

régissent la composition de l'énergie rayonnée (c'est-à-dire les particularités du système optique interposé) varient le plus rapidement dans le sens perpendiculaire aux surfaces de discontinuité, nous en concluons immédiatement que *tous les phénomènes terrestres qui dépendent du rayonnement solaire devront subir des fluctuations plus importantes au printemps et en automne, qu'en été et en hiver.*

L'amplitude des fluctuations diurnes des phénomènes météorologiques devra donc, d'après notre théorie, être :

Un maximum : fin mars;

Un minimum : commencement juillet;

Un maximum : fin septembre;

Un minimum : commencement janvier.

On peut, de même, rendre compte du fait que le minimum des fluctuations en hiver sera généralement plus petit que le minimum observé en été, par suite de la différence de longueur de l'arc diurne dans ces deux saisons.

§ 2. — Les périodes qui coïncident avec celles de l'aspect du Soleil.

L'hypothèse formulée plus haut sur l'origine de la variabilité que l'on observe dans le nombre et la fréquence des taches solaires entraîne immédiatement, par la nature même de notre explication, la conséquence *qu'exactement la même périodicité doit se manifester dans tous les phénomènes terrestres qui sont influencés par le rayonnement solaire.*

Pour préciser : pendant les années de fréquence maxima des taches, c'est-à-dire lorsque les rayons solaires nous parviennent après avoir longé des surfaces de discontinuité particulièrement serrées et à tourbillons particulièrement fréquents, les phénomènes dépendant de la radiation doivent présenter des variations diurnes bien plus prononcées.

On ne connaît que trop les perturbations soudaines et irrégulières, qui, sans aucunement se rattacher au mouvement diurne, affectent presque simultanément toute la surface du globe terrestre, telles que les « tempêtes magnétiques », qui, l'année passée, ont tant fait parler d'elles. Notre théorie en rend compte (comme nous l'étudierons plus en détail dans le chapitre suivant) en admettant simplement qu'il existe des irrégularités locales dans le système des surfaces de discontinuité, qui est entraîné par le Soleil dans la rotation autour de son axe et passe à une vitesse énorme devant les planètes dont la vie est si intimement liée à la quantité et à la composition de l'énergie qui leur est rayonnée par le Soleil, qu'elle doit nécessairement se ressentir de toutes les variations et de toutes les irrégularités de ce système complexe.

Les protubérances étant, d'après nous, également une manifestation des surfaces de discontinuité, nous concluons que leur période triennale doit se retrouver dans les variations des phénomènes terrestres.

Depuis longtemps, on avait soupçonné l'existence d'une corrélation entre la fréquence des taches et des protubérances, d'une part, et les variations et perturbations météorologiques et magnétiques, d'autre part, sans pouvoir définir ce lien autrement que comme « la cause commune qui régit les deux groupes de phénomènes, solaires et terrestres ». *Nous croyons avoir trouvé cette cause commune dans la variation incessante du système des surfaces de discontinuité qui, à chaque moment, se trouve entre les parties les plus denses du Soleil et la Terre, variation qui, d'une part, fait changer l'as-*

pect du Soleil, et, d'autre part, l'action que ce dernier exerce par rayonnement sur la Terre.

IX. — La périodicité dans les variations du magnétisme terrestre et des éléments météorologiques.

A la thèse formulée à la fin du chapitre précédent devrait logiquement se rattacher la démonstration précise de la façon dont lesdites variations périodiques de l'énergie solaire rayonnée vers notre planète doivent produire, comme conséquence immédiate, des fluctuations périodiques analogues dans les éléments magnétiques ; nous devrions ensuite démontrer que les périodicités terrestres réellement observées sont bien celles déduites de la théorie.

Malheureusement, cette voie déductive nous est encore interdite. On ne met pas en doute que la température, la pression et la circulation atmosphériques, comme certaines manifestations de la vie organique de notre planète qui y sont intimement liées, ne soient régies par le rayonnement solaire ; de même, il existe de nombreux indices que les variations du magnétisme terrestre sont le résultat de courants électriques convectifs dans l'atmosphère, lesquels, à leur tour, dépendent de la radiation du Soleil ; mais la nature de cette influence n'est pas encore connue dans ses détails.

Nous ignorons jusqu'à quel point la composition de la lumière solaire influe sur la quantité d'énergie rayonnée qu'absorbe notre atmosphère. Tout récemment, M. V. Schumann a trouvé des raies d'absorption fortes et nombreuses dans l'ultra-violet des spectres de l'azote, de l'oxygène et de l'hydrogène ; M. Langley a trouvé de nombreuses raies d'absorption atmosphériques dans l'infra-rouge. Or, il est parfaitement possible qu'un faisceau lumineux frappant une région quelconque de l'hémisphère éclairé contienne les ondulations correspondant à ces raies en quantités tantôt fortes, tantôt faibles, par suite de la dispersion anomale dans les surfaces de discontinuité ; ces variations pourraient, par exemple, produire des dépressions locales. De même, nous avons tout lieu de supposer que, pour le degré d'ionisation, la composition de la lumière solaire n'est point indifférente.

Il y a là un immense champ de recherches à peine effleuré ; mais tant que nous nous trouvons encore en face de tels problèmes, il nous est impossible de *prouver* que les variations magnétiques et météorologiques sont une conséquence directe de variations correspondantes dans la nature de la radiation solaire.

Mais, si la coordination des phénomènes observés révèle l'existence de périodicités qui, jusque dans leurs moindres détails, correspondent à celles que nous avons étudiées (Chap. VIII, § 1 et § 2) pour le champ irrégulier de la radiation solaire, nous y voyons un argument puissant en faveur de l'opinion que *la dispersion anomale variable de la lumière solaire joue un rôle prépondérant dans ces fluctuations desdits phénomènes terrestres.*

J'ai consacré récemment une étude spéciale[1] à ce sujet, qui est d'une si haute importance pour mettre à l'épreuve notre théorie solaire.

J'y ai fait ressortir successivement que cette concordance entre les périodicités solaires et terrestres existe pour la fréquence de l'aurore boréale et australe, — pour les constantes du magnétisme terrestre, — pour la pression barométrique. Séparément y ont été étudiées, pour chacun de ces phénomènes, d'abord les variations qui correspondent au mouvement diurne de la Terre (et qui, d'après notre théorie, doivent avoir des maxima fin mars et fin septembre, des minima au commencement de juillet et de janvier, le minimum d'hiver étant plus prononcé que le minimum d'été), et ensuite les variations séculaires et irrégulières, connexes à l'apparition des taches et des protubérances.

Des savants tels que M. Wolf, M. Ellis, M. Chree, M. Lockyer, M. Bigelow, M. Arrhénius, M. Meldrum, M. Poey, et tant d'autres, ont compulsé et analysé d'innombrables observations et statistiques météorologiques et magnétiques, qu'il conviendra d'étudier soigneusement en envisageant l'influence de la dispersion anomale. Le cadre nécessairement limité de cet article ne nous permet point d'exposer les résultats déjà acquis, quoique encore bien incomplets, et nous avons dû nous borner à suggérer l'ordre d'idées à suivre pour ces recherches, qui probablement deviendront d'un intérêt primordial pour l'explication des phénomènes régissant la vie de notre planète.

On ne peut espérer que, dans un avenir peu éloigné, on réussira à démêler les innombrables causes locales et perturbatrices de nature géographique qui influent sur l'état climatérique à la surface de la Terre ; mais il est certain que, si la Terre était soumise à un champ parfaitement uniforme de radiation solaire, la circulation atmosphérique arriverait à un « état normal », déterminant pour chaque point des conditions climatériques typiques, qui ne dépendraient plus que de la situation géographique et des mouvements diurne et annuel de la Terre.

En réalité, il n'en est rien, et nous attribuons

[1] The periodicity of Solar Phenomena and the corresponding periodicity in the variations of meteorological and earthmagnetic elements, explained by the dispersion of light. *Proceedings of the Royal Academy of Amsterdam*, Vol. VI, p. 270-302, 1903.

les perturbations périodiques et irrégulières au mouvement de la Terre à travers le champ inégal de la radiation solaire.

Si nous voulons résumer les conclusions tirées de notre théorie solaire à l'égard des phénomènes terrestres, nous pouvons formuler la thèse suivante, fondamentale pour la Météorologie cosmique :

La même cause (inégalité du champ de radiation) qui nous fait observer sur le Soleil des taches, des facules et des protubérances, se traduit sur la Terre par des variations et des différences dans le rayonnement sélectif, et, dès lors, par une augmentation de la circulation atmosphérique.

L'influence de cette circulation renforcée sur les éléments météorologiques dépendra partout des conditions climatériques.

X. — Une hypothèse sur l'origine de la période undécennale.

Si, dans les chapitres VII, VIII et IX, nous nous sommes simplement efforcé de démontrer comment et pourquoi l'on peut considérer l'inégalité du champ de radiation solaire comme la *cause commune* qui constitue le lien entre la variabilité des phénomènes solaires et terrestres, nous allons maintenant terminer notre étude par une explication purement géométrique d'une des variations périodiques les plus frappantes de ce « système optique » : c'est-à-dire *que nous essaierons de rendre compte de la période undécennale en supposant sensiblement invariable l'état de la matière sur le Soleil.*

Il existe deux causes de variabilité du système optique considéré :

1° Des déplacements de matière dans la masse solaire;

2° La variation continuelle de la position qu'occupe, dans le système des surfaces de discontinuité, la droite qui réunit les centres de la Terre et du Soleil.

C'est la deuxième cause qui produit les variations les plus rapides; en effet, le Soleil accomplit une révolution synodique en vingt-six jours environ, de sorte que, dans cette période, la droite en question décrit dans le système optique une surface conique presque fermée et différant peu d'une surface plane.

Remarquons que, d'après la théorie d'Emden, les différentes couches du Soleil gazeux ont des périodes de révolution différentes, parmi lesquelles il est difficile de choisir celle qui doit être considérée comme « la période » par excellence. Il paraît toutefois qu'il en existe une qui, plus que toute autre, se manifeste dans les variations des phénomènes terrestres, et qui coïncide approximativement avec la période de révolution synodique des taches et des facules.

Soit T jours la durée de cette période.

Considérons un point situé dans le plan équatorial du Soleil, et dont la période de révolution synodique ait exactement cette valeur T, et concevons une surface sphérique B, passant par ce point, et ayant son centre en celui de la masse solaire gazeuse; puis faisons tourner cette sphère autour de l'axe du Soleil, à une vitesse angulaire uniforme, telle que la durée d'une révolution synodique soit T jours.

Cette surface sphérique nous représente ce que nous appellerons « le Soleil tournant »; mais nous ne perdrons pas de vue que les différentes couches gazeuses peuvent parfaitement se déplacer par rapport à B.

La droite AZ qui réunit le centre A de la Terre à

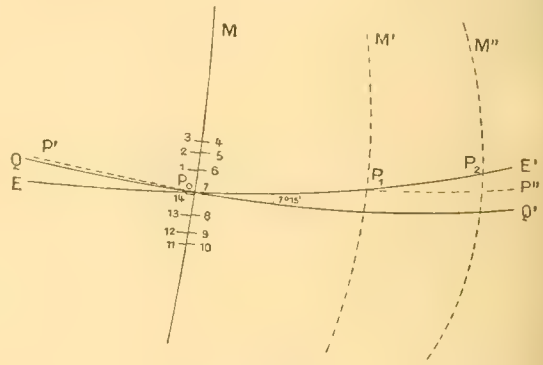


Fig. 7. — *Marche des projections de la Terre sur le Soleil.*

celui Z du Soleil rencontre B en un point P. Nous appellerons ce point *la projection de la Terre sur le Soleil*, et nous en déterminerons le lieu sur B.

L'inclinaison de l'équateur solaire sur l'écliptique est de 7°15'. Vers le 4 juin et le 6 décembre, la Terre passe par la ligne des nœuds.

La figure 7 représente une partie de la sphère B ; EE' et QQ' sont les sections par l'écliptique et par l'équateur solaire.

Le 4 juin, la projection de la Terre se trouve en P_0. Par ce point, nous menons le premier méridien M.

Après T jours, M a accompli une révolution synodique, et rencontre alors pour la deuxième fois la droite AZ (non figurée) en un point P_1, situé un peu au nord de l'équateur solaire.

Dans l'intervalle, P aura décrit sur la sphère B une spire complète $P_0P'P''P_1$.

Les points d'intersection suivants, P_2 et P_3, de la spirale décrite par P avec le premier méridien sont situés encore plus au nord; — mais, vers le 3 septembre, la projection atteint sa plus grande latitude nord (7°15'), pour ensuite s'approcher de

nouveau de l'équateur, qu'elle rencontre le 6 décembre, un peu au delà de P_7.

Tous les points d'intersection pour une année sont indiqués sur le méridien M dans sa position initiale; P_8 à P_{11} sont situés dans l'hémisphère sud du Soleil.

P_{11} est atteint au bout de $14 \times T$ jours, *mais ne coïncide pas avec* P_0. Pour déterminer la distance exacte entre ces deux points, il serait indispensable de connaître la valeur exacte de T.

Si notre hypothèse, que les fluctuations météorologiques et magnétiques dépendent des inégalités dans la radiation produites par les surfaces de discontinuité, est exacte, la rotation du Soleil, qui, comme on sait, s'accomplit en vingt-six jours environ, ne peut jamais se manifester par une périodicité d'une grande netteté dans les phénomènes terrestres; car, après chaque révolution synodique du Soleil, la Terre, tout en se trouvant dans le même méridien solaire, a généralement une latitude héliographique différente.

Nous devons donc nous attendre à trouver des écarts relativement considérables dans les valeurs que différents observateurs ont trouvées pour ce nombre T, que l'on appelle souvent « la période de Hornstein ». Et, en effet, les 26 valeurs que j'ai rencontrées dans la littérature sur ce sujet (et dont 20 sont basées sur des observations magnétiques, 6 sur des données météorologiques) oscillent entre 26,68 et 25,47 [1].

Il est impossible d'attribuer une préférence absolue à l'un quelconque de ces chiffres, dont la moyenne arithmétique est T = 25,924.

Il convient de signaler que cette moyenne s'approche de très près du chiffre de MM. Ekholm et Arrhenius, qui donnent 25,929 pour la période déduite d'observations sur la fréquence de l'aurore polaire pendant un nombre d'années (de 1722 à 1896) qui dépasse de beaucoup celui sur lequel s'étendent toutes les autres observations.

Nous choisissons donc provisoirement la valeur moyenne T = 25,924.

Or, $14 \times 25{,}924 = 362{,}936$. L'année sidérale a 365,256 jours, de sorte que la deuxième spirale annuelle de la projection P passe par de tout autres points de la sphère B que la spirale de la première année, car elle a son origine en un point de l'équateur solaire qui n'atteint l'écliptique que 2,32 jours après le point P_0. Le même écart angulaire existe entre la troisième et la deuxième, la quatrième et la troisième spirale annuelle, etc.

Le retour *exact* des mêmes phénomènes solaires et terrestres ne deviendrait probable que si le point P décrivait de nouveau *exactement* la même spirale passant par les points $P_0, P_1, P_2 \ldots\ldots P_{11}$, c'est-à-dire si la droite AZ parcourait de nouveau exactement les mêmes points du « système optique », supposé à l'état sensiblement stationnaire.

Or, la douzième spirale annuelle ne s'écartera de nouveau qu'extrêmement peu de la première, car $25{,}924 : 2{,}32 = 11{,}17$.

Si donc l'état et la distribution de la matière solaire restaient à peu près stationnaires, la droite AZ réunissant les centres de la Terre et du Soleil parcourrait, après onze ans, dans le système optique, *approximativement* la même succession de positions.

Toutefois, puisque l'état de la matière solaire peut difficilement être considéré comme absolument invariable, — quoique peut-être les variations séculaires soient lentes et graduelles, — nous formulons l'hypothèse : *que la période undécennale observée doit être la conséquence combinée d'une variation progressive (et pas nécessairement périodique) du système des surfaces de discontinuité et du déplacement périodique de la Terre par rapport à la masse tournante moyenne du Soleil.*

Notre théorie solaire n'est nullement affectée par l'explication que l'on donne des variations périodiques de la structure particulière du système optique qui joue un rôle prépondérant dans nos déductions, et nous ne contestons nullement que le cycle undécennal *pourrait* parfaitement être une manifestation d'une fluctuation réelle dans ce que nous appellerons encore, pour la facilité du langage, « l'activité solaire ».

Il semble néanmoins permis de voir un argument en faveur de nos idées dans la circonstance que non seulement la *durée moyenne*, mais aussi l'*imprécision* de la période undécennale s'expliquent par des considérations géométriques élémentaires.

En terminant l'exposé que l'on vient de lire, je tiens à exprimer ma reconnaissance à mon frère, M. Ch. Julius, ingénieur au Hâvre, dont le concours m'a été particulièrement utile dans l'adaptation de mon étude à la *Revue générale des Sciences*.

W. H. Julius,
Professeur à l'Université d'Utrecht,
Membre de l'Académie
des Sciences d'Amsterdam.

[1] Valeurs de la période d'environ 26 jours, déduites :
a) d'observations magnétiques par : M. *Broun*, 25,92 (Makerstown), 25,86 (Greenwich); M. *Hornstein* : 26,37 (Prague et Vienne), 26,24 (Saint-Pétersbourg); M. *Müller* : 25,87, 25,47, 25,66, 25,79, 25,86 (Pavlovsk); M. *Liznar* : 25,95, 26,05, 26,05 (Vienne), 26,10 (Kremsmünster), 25,89, 26,03, 25,64 (Pavlovsk), 25,62 (Fort Rae), 26,08 (Jan Mayen); M. *Ad. Schmidt* : 25,87 (Batavia); M. *Van der Stok* : 25,80 (Prague et Saint-Pétersbourg);
b) d'observations météorologiques par M. *Broun* : 25,83 (Singapore); M. *Hornstein* : 25,82 (Prague); M. *Von Bezold* : 25,84 (la Bavière); M. *Van der Stok* : 25,80 (Batavia et Saint-Pétersbourg); M. *Bigelow* : 26,68 (l'Amérique Septentrionale); MM. *Ekholm* et *Arrhénius* : 25,929 (aurores boréales et australes).

LES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET PHYSIQUES DANS L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE

D'APRÈS LES CONFÉRENCES DU MUSÉE PÉDAGOGIQUE

Pour inaugurer les conférences et les discussions qu'il se propose d'instituer sur diverses questions touchant à l'enseignement et à la pédagogie, M. Ch.-V. Langlois, directeur du Musée Pédagogique, en a organisé cette année une première série sur l'enseignement des Sciences mathématiques et physiques.

La question de l'enseignement scientifique présente un intérêt tout particulier à la veille du jour où les programmes du 31 mai 1902 vont être mis en vigueur dans toute leur étendue; la caractéristique générale du nouveau plan d'études est, en effet, l'augmentation notable de la part faite aux sciences dans l'enseignement secondaire. Ce qui importe, d'ailleurs, dans la réforme, ce n'est pas tant les modifications apportées à la lettre des programmes, que celles que l'on désire introduire dans l'esprit de l'enseignement : « En soi, dit M. Liard, les programmes, même les meilleurs, sont à peu près indifférents. Ils ne valent que comme indication, limite, et direction. Ce qui vaut, c'est le maître, et, dans le maître, c'est la méthode ».

Aussi est-ce surtout de questions de méthode qu'il s'est agi dans les six conférences suivantes, dont on se propose, dans cet article, de résumer les idées directrices[1] :

1. M. Henri Poincaré, membre de l'Institut, professeur à l'Université de Paris : *Les définitions générales en Mathématiques.*
2. M. Lippmann, membre de l'Institut, professeur à l'Université de Paris : *Le but de l'enseignement des Sciences expérimentales dans le cours normal de l'Enseignement secondaire.*
3. M. Lucien Poincaré, inspecteur général de l'Instruction publique : *Les méthodes d'enseignement des Sciences expérimentales.*
4. M. Langevin, professeur suppléant au Collège de France : *L'esprit de l'enseignement scientifique.*
5. M. Emile Borel, maître de conférences à l'Ecole Normale Supérieure : *Les exercices pratiques de Mathématiques dans l'Enseignement secondaire.*
6. M. Marotte, docteur ès-sciences, professeur au Lycée Charlemagne : *L'Enseignement des Sciences mathématiques et physiques dans l'enseignement secondaire en Allemagne; les dernières réformes.*

Ces conférences ont été précédées d'une allocution de M. Liard, et suivies de discussions, présidées successivement par MM. Henri Poincaré, Ch.-V. Langlois, et Jules Tannery, et auxquelles ont pris part, outre les conférenciers, MM. Abraham, Adam, Bioche, Durand, Dybowski, Estanave, Grévy, Hadamard, Lemoine, Malapert, Massoulier, etc.

I. — Progrès a réaliser dans l'enseignement scientifique.

Ce que l'on s'est proposé en augmentant l'importance des sciences dans l'enseignement secondaire, c'est de leur attribuer la large part qui doit leur revenir dans la formation des esprits. Jusqu'ici, ce rôle était dévolu aux lettres, tandis que les sciences étaient surtout des matières d'examens, dénuées de tout caractère éducateur.

Il est bien entendu que le désir de voir les sciences participer activement à la culture générale n'entraîne pas l'abandon des disciplines littéraires. « Les lettres sont et resteront, comme par le passé, des institutrices éprouvées qu'il serait impossible de suppléer dans leur domaine » (Liard). Mais suffisent-elles? A quelqu'un qui lui demandait s'il était préférable de donner aux enfants une éducation littéraire ou une éducation scientifique, M. Laisant répondait : « Autant vaudrait se demander s'il est plus nécessaire à un homme de manger que de dormir, s'il est plus utile de le priver de nourriture en lui permettant le sommeil, ou de le priver de sommeil en lui permettant de s'alimenter ».

Pour se rendre compte du résultat fourni par la faible instruction scientifique qui accompagnait jusqu'ici la culture littéraire, il faut étudier l'effet produit sur la masse du public; or, il suffit d'un examen bien superficiel pour s'apercevoir que ce public n'a retiré aucun profit de l'enseignement scientifique qu'il a reçu.

Cela ressort du succès des annonces à allure *scientifique* (?!) que publient quotidiennement les journaux; on en a encore un exemple dans le cas, cité par M. H. Poincaré, du monsieur bien mis,

[1] Il convient de signaler que, si M. Langlois demande ces conférences à des personnes particulièrement compétentes, son but n'est nullement de créer une sorte de chaire magistrale d'où tomberaient des paroles officielles, que devraient précieusement recueillir les professeurs de tous ordres, mais bien de provoquer, dans le monde de l'Université, des échanges de vues sur les problèmes de l'enseignement.

bachelier, connaissant, ou du moins ayant appris le principe d'égalité de l'action et de la réaction, et qui, cependant, s'arc-boutant dans sa voiture, pousse de toutes ses forces sur l'avant, dans l'espoir d'en faciliter la marche!

Quant aux esprits poussés par un goût particulier vers l'étude des sciences, ou plus exactement des Mathématiques, car les autres sciences ne comptaient guère jusqu'ici, il faut craindre pour eux qu'une culture scientifique mal dirigée les déforme au point de créer « ce logicien étroit, insupportable raisonneur, triste produit des Écoles scientifiques, qui, ne voyant jamais qu'une face de toutes les questions, oubliant les contingences, ignorant que tout n'est pas soumis à l'enchaînement mathématique, veut, théoricien maladroit, réduire la vie en syllogismes et abonde en paradoxes qui ne sont pas même amusants parce qu'il a le tort d'y croire ». Il faut craindre aussi que l'habitude de ne rien négliger dans une démonstration rigoureuse ne produise un esprit irrésolu, ne trouvant jamais l'équilibre, « parce qu'en présence d'une résolution à prendre, il voit avec perspicacité toutes les raisons pour ou contre, mais qu'il les veut peser, comme ferait un chimiste dosant des réactifs, et qu'il n'y peut parvenir, parce que les raisons n'ont pas de commune mesure » (L. Poincaré).

A tous ceux-là, qui ignorent, ou qui savent mal, ce qui est pire, l'enseignement scientifique n'a nullement profité. Ils ont eu pourtant des professeurs intelligents, quelquefois même éminents; pourquoi le résultat est-il si piteux?

Il semble bien que cela tienne d'abord au caractère dogmatique de l'enseignement mathématique qu'ils ont reçu; le professeur a pris grand soin d'être rigoureux, de ne manier que l'abstraction, et inconsciemment s'est gardé de montrer à ses élèves les applications concrètes des théorèmes qu'il établissait. « Il en résulte que beaucoup d'entre eux, n'apercevant aucune liaison entre les Mathématiques et la réalité, s'imaginent qu'elles sont un monde impénétrable, accessible seulement à quelques intelligences spécialement construites, et ne font aucun effort pour y pénétrer; que ceux mêmes qui ont pu y pénétrer en viennent vite, à force de se mouvoir dans l'abstrait, sans rappels assez fréquents aux réalités, à considérer les Mathématiques comme une convention, une logique et un jeu. Si l'on n'y prend garde, ce serait, à brève échéance, le formalisme, c'est-à-dire ce qu'il y a de moins éducateur au monde » (Liard).

De plus, même pour ce qui concerne les sciences expérimentales, on en a donné aux élèves un exposé déductif : « On énonçait d'abord la loi, comme on énonce un théorème; puis on en donnait la démonstration, toujours comme s'il s'agissait d'un théorème. Le fait n'apparaissait qu'ensuite, quand il apparaissait, comme une illustration, et non comme la source de la loi » (Liard).

Ainsi, même dans les sciences expérimentales, les élèves ne prenaient pas contact avec la réalité; et, forcément, il en résultait dans leur esprit une séparation absolue entre ce que l'on étudie en classe, et ce que l'on rencontre dans la vie. M. Lippmann estime que ces *cloisonnements*, qui se produisent dans la pensée de l'élève, non seulement entre le monde de la Science et celui de la réalité, mais encore entre les Mathématiques et la Physique, ou la Physique et la Chimie, contribuent pour la plus large part, par l'incohérence qu'ils provoquent dans l'esprit, à l'infériorité du niveau moyen. C'est l'unité de la Science qu'il faudrait faire comprendre aux élèves.

Les conséquences de ces défauts, on les surprend au baccalauréat : Un candidat, sachant parfaitement *son cours*, et établissant incidemment une formule, ne songera pas à utiliser celle-ci pour résoudre une application numérique; il ne conçoit pas que la *formule de Physique* puisse se transformer, lorsqu'une des grandeurs qui y figurent est inconnue, en une *équation* telle qu'on en résout dans la classe de Mathématiques. Quant à résoudre une équation dont l'inconnue ne s'appelle pas x, c'est une difficulté que peu d'élèves sont capables de surmonter.

Un autre candidat trouvera, à la suite d'une erreur de calcul, que, en ajoutant un certain poids de glace à de l'eau à 100°, on obtient une température finale de 125°, et cela ne le choquera pas; il écrira même volontiers, s'il a le temps de parachever ses calculs, que la température est 125°2437! Chose grave, il ne sait pas calculer; et, chose plus grave encore, il ne sait pas s'apercevoir de l'absurdité de son résultat, car il n'a pas le sens de la réalité.

L'élève est, d'ailleurs, comme l'a indiqué M. Borel, fort indulgent pour ses propres fautes de calcul : s'il a trouvé qu'une locomotive fait 8.000 kilomètres, ou encore 800 mètres à l'heure, alors qu'il aurait dû trouver 80 kilomètres, il estime que son problème est assez bon, car il ne contient qu'une erreur de virgule!

Il est évident qu'il importe de remédier à un semblable état de choses, et c'est le but de la récente réforme de l'enseignement secondaire. Les conférences dont nous nous occupons ont cherché à mettre au jour les moyens d'atteindre ce but.

A la séance d'ouverture de ces conférences, qui sont placées sous son patronage, le Vice-Recteur de l'Académie de Paris, M. Liard, a sommairement

exposé dans quel esprit devait être conçu, selon lui, l'enseignement des sciences :

« Dans l'enseignement secondaire, les études scientifiques doivent, comme les autres, contribuer à la formation de l'homme. Elles sont donc, elles aussi, à leur façon, des « humanités », au sens large du mot, les « humanités scientifiques », comme n'a pas hésité à les appeler un des plus fervents partisans de la culture classique. Leur office propre est de travailler, avec les moyens les mieux adaptés, à la culture de tout ce qui, dans l'esprit, sert à découvrir et à comprendre la vérité positive, observation, comparaison, classification, expérience, induction, déduction, analogie; d'éveiller et de développer ce sens des réalités et des possibles qui n'importe pas moins que l'esprit d'idéal; enfin, et par là elles deviennent d'une façon latente, mais efficace, des maîtresses de philosophie, d'habituer les intelligences à ne pas penser par fragments, mais à comprendre que tout fragment n'est qu'une partie d'un tout. Elles ont bien ainsi ce caractère général, où l'on est convenu de voir le propre des disciplines de l'enseignement secondaire. »

« Pour bien remplir cet office, il est évident que l'enseignement des sciences doit surtout faire appel aux facultés actives des esprits, à celles-là mêmes par lesquelles se fait la construction des sciences. La mémoire y joue sans doute un rôle, mais non le principal. Ce qu'il s'agit de former, c'est la vision exacte des choses, le discernement du réel et de l'irréel, du vrai et du faux, le sentiment de la certitude et la justesse du raisonnement. Par suite, rien de plus contraire au véritable enseignement scientifique que de verser dans des esprits passifs, soit par le livre, soit même par la parole, malgré la supériorité de ce mode de transmission, une masse d'abstractions et de faits à apprendre par cœur. C'est promptement le verbalisme, c'est-à-dire un fléau. Ce qu'il faut, au contraire, c'est susciter la spontanéité de l'élève, mettre en jeu ses activités mentales, provoquer son effort personnel, en un mot, le rendre capable d'agir. La vieille formule du philosophe est toujours vraie : « savoir, c'est faire ». Ici, comme ailleurs, le vrai profit n'est pas ce que l'élève peut reproduire, mais ce qu'il peut produire. »

Et, conséquence inévitable de cette opinion, les six conférenciers se sont rencontrés pour demander que l'on fît, dans l'enseignement des sciences, une part de plus en plus large à l'expérience et à l'induction, que l'on montrât aux élèves comment la science se fait, et non une science toute faite.

Pour bien faire comprendre à l'élève la marche que suit l'esprit humain dans la recherche de la vérité, il faut le faire travailler lui-même, il faut, dit M. Lippmann, lui faire faire de la *recherche*, en entendant par là qu'il faut obtenir de lui un effort personnel, qu'il faut lui faire faire un apprentissage de l'initiative intellectuelle. Le professeur devra se garder de surcharger la mémoire de l'élève, mais il se proposera de le mettre en état de résoudre lui-même une application simple des notions élémentaires enseignées. Pour atteindre ce but, les sciences mathématiques et physiques sont des auxiliaires particulièrement désignés, non que les vérités qu'elles enseignent aient une valeur éducatrice particulière, mais parce que ces sciences ne nécessitent que des matériaux simples, et parce que leurs procédés sont à la portée des élèves.

II. — Sciences mathématiques.

D'où vient cette opinion erronée, si fréquemment exprimée, que, pour comprendre les Mathématiques, il faut une organisation spéciale? « Comment se fait-il, se demande M. H. Poincaré, qu'il y ait tant d'esprits qui se refusent à comprendre les Mathématiques? N'y a-t-il pas là quelque chose de paradoxal? Qu'ils soient incapables d'inventer, passe encore, mais qu'ils ne comprennent pas les démonstrations qu'on leur expose, qu'ils restent aveugles quand nous leur présentons une lumière qui nous semble briller d'un pur éclat, c'est ce qui est tout à fait prodigieux. » L'explication ne serait-elle pas que l'on présente aux gens la lumière elle-même, qui les aveugle, et non les objets qu'elle éclaire; en d'autres termes, ce résultat prodigieux et paradoxal ne tient-il pas à la forme abstraite de l'enseignement mathématique?

« D'une façon générale, dit M. Liard, l'enfant comprend mal les définitions et les formules abstraites. Ce qui, sauf exception, lui est directement accessible, c'est le concret. Aussi le plus grand service à lui rendre, n'est-il pas de le jeter de prime saut dans l'abstrait, mais de diriger son travail et son effort de telle façon qu'il y entre de lui-même. Quand les cas individuels sur la comparaison desquels son attention aura été appelée seront assez nombreux, d'elles-mêmes les abstractions germeront, écloront, et ce seront alors des idées qui adhèrent, non des mots qui effleurent. »

Ce thème a été repris par M. Henri Poincaré, à propos des définitions en Mathématiques. Il serait vain, d'après lui, de vouloir faire retenir aux élèves des définitions correctes, irréprochables au point de vue de la logique et de la rigueur, satisfaisantes pour un mathématicien qui comprend la nécessité de toutes les restrictions, mais parfaitement dénuées de sens pour l'enfant qui n'y voit que de froids assemblages de mots, dont la complication ne lui est pas expliquée. Le professeur aura beau

justifier après coup sa définition, en l'expliquant, la commentant, la précisant à l'aide d'exemples, elle ne pénétrera pas dans l'esprit de l'élève aussi bien que si le maître avait commencé par faire appel à l'intuition de l'enfant, avait *préparé* sa définition par des exemples, au point qu'elle s'imposât à l'esprit comme nécessaire.

M. H. Poincaré estime que l'intuition est une des facultés de l'esprit qu'il appartient à l'enseignement mathématique de développer; « c'est par elle que le monde mathématique reste en contact avec le monde réel; c'est à elle qu'il faut demander la vue d'ensemble que la logique pure ne peut nous donner. » Et il compare le logicien qui s'abstiendrait de faire appel à l'intuition, à un naturaliste qui n'aurait jamais étudié l'éléphant qu'au microscope; croirait-il connaître suffisamment cet animal?...

Cet appel à l'intuition conduira quelquefois à ne présenter d'abord que des idées très simples; on introduira ensuite, et seulement au fur et à mesure qu'elles deviendront nécessaires, les complications: on sera peut-être ainsi amené à modifier plusieurs fois la définition intuitive, mais cette méthode de *retouches successives* présentera l'immense avantage d'être conforme à celle qui a été suivie dans l'élaboration de la science. Elle sera singulièrement plus éducative qu'une exposition dogmatique de l'état actuel de cette science.

Mais il reste bien entendu « qu'une bonne et solide logique doit continuer à faire le fond de l'enseignement mathématique. La définition par l'exemple est toujours nécessaire, mais elle doit préparer la définition logique, elle ne doit pas la remplacer; elle doit tout au moins la faire désirer, dans les cas où la véritable définition logique ne peut être donnée utilement que dans l'enseignement supérieur. »

Passant en revue les principales sciences mathématiques, M. H. Poincaré a alors montré par quelques exemples comment ces principes généraux peuvent être appliqués :

En Arithmétique, il sera facile de toujours faire précéder les définitions d'exemples nombreux, afin que l'élève comprenne le principe des opérations avant que celles-ci soient définies; la notion des nombres négatifs sera introduite par des exemples concrets (segments, températures,...).

Pour ce qui est de la Géométrie, il faudra, *dans l'enseignement*, donner les bases de cette science comme expérimentales: « Peut-on définir la ligne droite? La définition connue, le plus court chemin d'un point à un autre, ne me satisfait guère. Je partirais tout simplement de la *règle* et je montrerais d'abord à l'élève comment on peut vérifier une règle par retournement; cette vérification est la vraie définition de la ligne droite; la ligne droite est un axe de rotation. On lui montrerait ensuite à vérifier la règle par glissement et on aurait une des propriétés les plus importantes de la ligne droite. Quant à cette autre propriété d'être le plus court chemin d'un point à un autre, c'est un théorème qui peut être démontré apodictiquement; mais la démonstration est trop délicate pour pouvoir trouver place dans l'enseignement secondaire. Il vaudra mieux montrer qu'une règle préalablement vérifiée s'applique sur un fil tendu. Il ne faut pas redouter, en présence de difficultés analogues, de multiplier les axiomes, en les justifiant par des expériences grossières. Ces axiomes, il faut bien en admettre, et si l'on en admet un peu plus qu'il n'est strictement nécessaire, le mal n'est pas bien grand; l'essentiel est d'apprendre à raisonner juste sur les axiomes une fois admis. »

De la même manière, c'est le compas qui conduira à définir la circonférence; la planche à dessin, sur laquelle une règle est mobile en conservant deux degrés de liberté, permettra de préparer la définition du plan. Le pantographe sera un excellent exemple de transformation homothétique.

« Peut-être vous étonnerez-vous de cet incessant emploi d'instruments mobiles; ce n'est pas là un grossier artifice, et c'est beaucoup plus philosophique qu'on ne le croit d'abord. Qu'est-ce que la Géométrie pour la Philosophie? C'est l'étude d'un groupe, et de quel groupe? de celui des mouvements des corps solides. Comment alors définir ce groupe sans faire mouvoir quelques corps solides? »

« Devons-nous conserver la définition classique des parallèles et dire qu'on appelle ainsi deux droites qui, situées dans le même plan, ne se rencontrent pas quelque loin qu'on les prolonge? Non, parce que cette définition est négative, parce qu'elle est invérifiable par l'expérience et ne saurait en conséquence être regardée comme une donnée immédiate de l'intuition. Non, surtout, parce qu'elle est totalement étrangère à la notion de groupe, à la considération du mouvement des corps solides qui est, comme je l'ai dit, la véritable source de la Géométrie. Ne vaudrait-il pas mieux définir d'abord la translation rectiligne d'une figure invariable, comme un mouvement où tous les points de cette figure ont des trajectoires rectilignes; montrer qu'une semblable translation est possible, en faisant glisser une équerre sur une règle. De cette constatation expérimentale érigée en axiome, il serait aisé de faire sortir la notion de parallèle et le postulatum d'Euclide lui-même. »

Enfin, lorsque l'intuition peut suppléer à une définition, il est préférable de supprimer celle-ci, plutôt que de la donner contournée, laborieuse, voir illogique. Il n'y aura pas lieu, par exemple, de

définir la surface ou le volume; « les enfants croient savoir ce que c'est, et ne réclament rien ».

En Analyse, les notions de tangente et de vitesse prépareront la définition classique de la dérivée ; l'intégrale sera définie comme une surface : « l'élève croit savoir ce que c'est qu'une surface, et il ne comprendra qu'il ne le sait pas que quand il saura très bien le calcul intégral; ce n'est donc pas au moment où il aborde ce calcul qu'il peut y avoir intérêt à le lui dire ».

En Mécanique, les expériences seront nombreuses, afin que les élèves n'aient pas l'impression que « les forces sont des flèches avec lesquelles on fait des parallélogrammes ! »

Si l'intuition et l'expérience doivent jouer un rôle important à la base de l'enseignement mathématique, cela ne veut pas dire, on ne saurait trop le répéter, qu'il faille négliger de montrer aux élèves l'intérêt que présente un bel enchaînement logique de propositions, tel qu'en contient la Géométrie d'Euclide ; ce serait ne pas profiter d'une très belle occasion de leur apprendre à raisonner juste ; mais ce dont il faut se garder, c'est d'effaroucher les jeunes esprits par une trop grande rigueur, qui n'est utile que pour qui en comprend la nécessité.

Et, justement, M. Hadamard souhaite que, au moment où il est obligé d'introduire de la rigueur dans son enseignement, le professeur fasse éprouver aux élèves eux-mêmes ce besoin de rigueur, qu'il leur montre, sur des exemples, que l'évidence intuitive et l'expérience ne suffisent pas toujours pour arriver à des résultats exacts, et que la certitude ne peut être acquise que lorsque l'intuition aura été passée au crible du raisonnement mathématique. Il y aurait évidemment intérêt à organiser deux enseignements successifs de la Géométrie : le premier, intuitif et expérimental, où l'on passerait rapidement en revue tout le cours de la Géométrie, et dont l'esprit général serait, par exemple, celui des *Eléments de Géométrie* de Clairaut; le second, qui reprendrait avec rigueur les mêmes questions, ou, du moins, qui ne manquerait pas de signaler aux élèves les cas où l'on est obligé de se contenter de raisonnements non rigoureux. Si l'on consentait à apporter aux programmes les modifications demandées dans ce but par M. Grévy, il serait facile de faire le premier enseignement dans le premier cycle (classes de 5e, 4e, 3e), et le second dans le second cycle (classes de 2e et 1re). Cette organisation est, d'ailleurs, adoptée avec succès en Autriche.

Je n'insisterai pas sur la conférence de M. Borel, que les lecteurs de cette Revue ont pu lire *in extenso*. Tous les professeurs s'accordent à déplorer que les élèves ne sachent pas calculer, et n'aient pas le sens des réalités.

M. Durand pense que, s'ils ne savent pas calculer, cela tient à ce que c'est dans des classes d'une heure, à raison de deux ou de trois par semaine, qu'on enseigne le calcul en septième et sixième. Or, il est impossible d'exiger que l'attention des enfants se soutienne, dans une classe de calcul, pendant une heure, et l'on peut se demander si le très ancien système, qui consistait à confier l'enseignement du calcul au professeur de lettres qui y consacrait, chaque jour, dix minutes ou un quart d'heure, ne donnait pas de meilleurs résultats. En exigeant des élèves de nombreuses applications numériques, et en attachant, dans la correction des problèmes, une importance égale aux fautes de calcul et aux fautes de raisonnement, il est possible d'obtenir que les élèves fassent plus de cas des résultats concrets.

Quant au dessin géométrique, chacun souhaite que cet enseignement soit sinon donné, du moins dirigé par le professeur de Géométrie. Il est, en effet, inadmissible que les élèves fassent, au cours de dessin, des constructions relatives à une partie de la Géométrie non traitée en classe, tandis que le professeur de Mathématiques est obligé de se passer du concours précieux qu'apporteraient à son enseignement des exercices pratiques convenablement réglés.

III. — Sciences physiques.

La part que peuvent prendre les Sciences expérimentales à la formation des esprits est au moins aussi grande que celle des Sciences mathématiques. Ce sont elles qui peuvent donner aux élèves ce sens de la réalité si souvent absent; elles sont, de plus, un admirable stimulant de l'initiative, alors que la vigueur et la rectitude de l'esprit seront plutôt conséquences de l'éducation mathématique.

« C'est des sciences expérimentales, dit M. Liard, que viennent deux notions essentielles, deux habitudes d'esprit, qui sont des forces : la notion de la vérité positive, c'est-à-dire du fait expérimentalement constaté, et avec elle l'habitude de tenir le fait pour un fait qui s'impose et qu'on ne peut maîtriser ou modifier que par d'autres faits; la notion plus générale de la loi naturelle, c'est-à-dire de la relation des faits individuels entre eux, et avec elle l'habitude de tenir la vérité objective pour indépendante de nos désirs et de nos volontés. »

Et M. Lucien Poincaré ajoute : « La méthode expérimentale bien comprise ne développera pas seulement l'esprit d'examen et le sens critique en apprenant comment on doit interroger la Nature et la contraindre à répondre; elle sera encore une

école d'imagination réglée, car elle doit enseigner à manier l'induction scientifique, et, par conséquent, à construire une hypothèse; l'hypothèse est un moment nécessaire de cette méthode. »

L'ancien exposé *déductif* que l'on adoptait pour ces sciences *inductives* était incapable de développer chez les élèves ces qualités de l'esprit : en faisant suivre un énoncé simple, comme celui de la loi de Mariotte, vérifié par une expérience assez simple elle-même, de restrictions sur l'exactitude de cet énoncé, on ne pouvait faire naître dans l'esprit de l'enfant la notion de la vérité expérimentale et de la certitude scientifique. L'importance des lois physiques, qui semblaient des énoncés *a priori*, au lieu d'être imposées par les faits, disparaissait entièrement, tandis que le rôle de l'expérience, réduite à une simple vérification, était complètement dénaturé.

De plus, les élèves en arrivaient à croire tel dispositif plus ou moins compliqué indispensable à la vérification de telle ou telle loi; et l'appareil, que l'on avait décrit avec un grand luxe de détails, ne tardait pas à occuper dans leur mémoire la place qui aurait dû être réservée à la loi elle-même.

Le moyen de rendre à l'étude des Sciences physiques sa valeur éducatrice, c'est de forcer l'élève à employer la méthode même par laquelle progresse la science. Grâce au guide qu'est le professeur, le chemin suivi le sera rapidement, nombre d'obstacles en seront écartés; mais l'élève, ayant constaté lui-même des faits, grâce à des observations et des expériences nombreuses faites autant que possible à l'aide des objets qui l'entourent, ayant découvert, sous la suggestion du professeur, la loi qui les unit, ayant imaginé, toujours grâce à la même suggestion, des expériences de contrôle, aura cette fois acquis la notion de la certitude scientifique. De plus, cette méthode accroît beaucoup l'intérêt que l'élève prend à la classe, ou, pour mieux dire, elle remplace l'ennui et l'inertie d'autrefois par une curiosité constamment éveillée.

Cette notion de la vérité expérimentale, l'enfant la retirera encore mieux, peut-être, de l'expérience qu'il aura faite lui-même, si on lui en fait bien ressortir l'intérêt, si l'on parvient à ce qu'il y voie autre chose qu'un jeu. Quoique, dans cette organisation de manipulations, des considérations budgétaires interviennent, il faut bien dire que, le plus souvent, point n'est besoin d'un matériel compliqué et dispendieux. M. L. Poincaré, qui a beaucoup insisté sur ce point, estime que la transformation du travail mécanique en chaleur est établie aussi nettement, et de manière plus profitable pour l'élève, par l'inflammation d'une allumette par frottement qu'avec le coûteux appareil de Tyndall. Dans cet ordre d'idées, le *Recueil d'expériences élémentaires*, publié par M. Abraham, fournit un grand nombre de dispositifs permettant de monter à peu de frais des expériences que l'on peut faire complètes, ce qui est nécessaire pour qu'elles soient fructueuses. Il importe, en effet, de faire comprendre aux élèves que la véritable expérience est quantitative : « Si vous pouvez mesurer ce dont vous parlez et l'exprimer en nombres, dit lord Kelvin, vous savez quelque chose de votre sujet; mais si vous ne pouvez pas le mesurer, si vous ne pouvez pas l'exprimer en nombres, vos connaissances sont d'une pauvre espèce et bien peu satisfaisantes. »

La méthode inductive, semblable à celle qui a fait progresser la science, doit-elle être exclusivement employée dans l'enseignement? M. L. Poincaré ne le pense pas, et il déclare que « lorsqu'une induction, même un peu plus rapide que ne l'exigerait peut-être la rigueur, aura amené à comprendre l'une de ces grandes coordinations qui, comme le principe de la conservation de l'énergie, commandent aujourd'hui les sciences expérimentales, il ne faudra pas craindre de prendre ce principe comme nouveau point de départ et d'y rattacher systématiquement les faits que l'on rencontrera dans les chapitres ultérieurs ».

Les méthodes qu'il convient d'adopter dans l'enseignement des Sciences physiques étant ainsi fixées, quels sont les sujets sur lesquels il conviendra de les appliquer?

M. L. Poincaré estime que, pour déterminer ce qu'il convient d'enseigner, il ne faut pas craindre de se demander : « Y a-t-il utilité pour les élèves à savoir ce fait? » On arrivera à un enseignement utilitaire. Pourquoi non? « Il n'y a pas d'erreur plus funeste que de dédaigner les applications usuelles. » M. J. Tannery écrivait récemment : « Le désintéressement est une belle chose;..... mais vraiment, en quoi manque-t-on de désintéressement quand on s'efforce d'être utile aux autres? Avoir honte de l'utilité, quelle sottise! Ce qui est utile, c'est ce qui répond aux besoins de l'homme, ce qui permet de les satisfaire; l'utilité d'un enseignement est en quelque sorte la mesure de son *humanité*. » Rendre l'enseignement pratique, profiter de toutes les occasions de montrer dans la vie courante les applications des lois ou des principes enseignés, c'est le moyen d'intéresser les élèves, et de leur faire comprendre le but de la science. M. L. Poincaré recommande cependant de ne pas tout sacrifier à l'actuel; « méfions-nous, dit-il, des nouveautés si fugaces et si changeantes; la science connaît, elle aussi, les caprices de la mode. Dans l'enseignement élémentaire, on doit s'occuper de la science faite, et non de celle qui s'élabore; l'enfant doit apprendre ce qu'il a intérêt à retenir lorsqu'il sera devenu homme; il est inutile

de charger sa mémoire de théories éphémères qui auront disparu lorsqu'il entrera dans la vie active. Il existe assez de faits solidement et définitivement établis pour que l'on n'aille pas chercher autre part les matières que l'on doit inscrire dans les programmes. »

Et nous touchons ici à la question, traitée par M. Langevin, de la part qu'il convient de réserver, dans l'enseignement secondaire, à l'exposé des théories qui, encore que provisoires, sont en somme le but de toute science, et dont M. L. Poincaré a, d'autre part, nous l'avons vu plus haut, signalé le caractère éducateur.

Il faut remarquer que les programmes de 1902 font passer trois fois consécutives sous les yeux des élèves les divers chapitres de la Physique et de la Chimie. Et il semble bien que l'esprit doive être assez différent, qui présidera à l'une ou à l'autre de ces révisions. Dans le premier cycle, l'enseignement sera purement expérimental, la part de l'intuition y sera grande; il faudra, semble-t-il, s'estimer très heureux si l'on a éveillé la curiosité des élèves, si on leur a appris à voir ce qui se passe autour d'eux, et à se rendre compte de l'ordre de grandeur des phénomènes.

En seconde et première (C ou D), on peut espérer faire comprendre aux élèves les grandes lois de la Nature et l'importance qu'elles ont dans la pratique.

Enfin, dans la classe de Mathématiques, le professeur, ayant affaire à des élèves ayant déjà vu et compris ces lois (compris parce qu'ils auront appris à les appliquer), pourra peut-être faire un enseignement plus élevé, sans qu'il soit beaucoup plus détaillé, et M. Langevin souhaite qu'on y fasse une assez large part aux théories.

Il estime qu'il y aurait avantage à montrer aux élèves comment l'expérience conduit à élever ces constructions, dont on sait qu'elles sont provisoires et destinées à subir des remaniements nombreux, mais qui donnent à la science le véritable caractère de vie qu'elle doit avoir, et non pas cet aspect de science définitive et morte que lui donne l'exposé dogmatique.

M. Langevin critique la manière dont la Mécanique rationnelle a été, jusqu'ici, présentée dans l'enseignement secondaire; au fond, cette science n'est qu'une synthèse qui est conforme aux faits dans certaines limites d'expériences, et il conviendrait de lui conserver ce caractère. Un exposé de la Mécanique basé sur l'expérience, avec emploi de la méthode des retouches successives, tel que le conçoit M. Borel, donnerait évidemment moins de prise à la critique que l'exposé dogmatique habituel.

Mais, en outre, M. Langevin pense que la Mécanique rationnelle jouit, parmi les synthèses, d'une place trop privilégiée, et il estime qu'il y aurait intérêt à faire à côté d'elle une place à la théorie atomistique, reposant sur les bases solides que sont le principe de l'équivalence et le principe de Carnot, principes « qui paraissent devoir définitivement rester à la base de notre représentation du monde extérieur ».

Il est remarquable que, dans l'enseignement, on n'hésite pas à introduire les idées atomistiques en Chimie, ou même en Électricité, où les lois des combinaisons, et la loi de l'électrolyse de Faraday, imposent la notion de la discontinuité de la matière et de l'électricité, alors que, par un de ces phénomènes de cloisonnement dont M. Lippmann a fait le procès, on répugne à les introduire dans l'étude des gaz. Pourtant, les expériences récentes sur les gaz conducteurs constituent une base solide pour l'hypothèse atomistique; M. Langevin déclare même qu'elles « font passer les atomes du rang des hypothèses à celui des principes ». Et il conclut : « Après avoir exposé les faits et les lois en suivant autant que possible la méthode expérimentale et inductive, je crois qu'il ne faut pas hésiter à en faire l'union par une synthèse actuelle et vivante. »

Il est certain, comme l'a fait remarquer M. Massoulier, que, lorsqu'on aura affaire à des élèves ayant déjà fait connaissance sérieusement, au moins une fois, avec les principaux faits de la Physique et de la Chimie, on pourra vraiment les intéresser en leur montrant comment ces faits, quelque peu épars, peuvent être coordonnés par une théorie, dont on ne manquera pas, d'ailleurs, de signaler le caractère dubitatif et provisoire.

IV. — L'enseignement scientifique en Allemagne.

Les conseils donnés par les précédents conférenciers sont-ils facilement applicables dans la pratique? M. Marotte, qui a rapporté d'un voyage d'études en Allemagne de précieux renseignements sur l'organisation de l'enseignement secondaire de ce pays, a répondu par l'affirmative à cette question en exposant dans sa conférence ce qui, parmi ce qu'il a vu, lui a paru le mieux répondre aux tendances françaises actuelles.

En particulier, la méthode de redécouverte, ou socratique, ou encore *heuristique*, comme on l'appelle en Allemagne, y est appliquée par la plupart des professeurs, au moins lorsqu'il s'agit d'initier des enfants à la Science. « Chez nous, dit M. Marotte, le professeur expose presque constamment, tandis que l'élève reste passif. En Allemagne, le professeur est un guide, et l'élève est actif. Toute la classe se passe en interrogations fractionnées, très courtes, passant rapidement d'un élève à un autre, pour les maintenir tous attentifs. Ces interrogations sont

dirigées par le maître de façon, ou bien à faire découvrir par les élèves la propriété mathématique, ou bien à leur faire dégager de l'expérience faite sous leurs yeux la loi physique à établir. Les questions posées sont, comme il convient, extrêmement simples. Il faut que l'élève moyen puisse y répondre sans trop longue réflexion. »

La classe ainsi conçue permet de montrer aux élèves le mécanisme de la recherche scientifique, et répond en cela aux desiderata exprimés plus haut. M. Marotte reconnaît, en outre, parmi les avantages de cette méthode, celui de forcer l'attention des élèves, en donnant de l'animation à la leçon, et leur faisant jouer un rôle actif. De plus, on est sûr de ne pas dépasser le niveau moyen de la classe, puisque ce sont les élèves eux-mêmes qui règlent la marche de l'enseignement, de sorte que celui-ci s'adresse davantage à la masse, et risque moins de former une élite au détriment de la moyenne. Nous verrons plus loin les objections qui ont été faites à cette méthode ; signalons dès à présent qu'elle ne doit pas être exclusive, et qu'en Allemagne même, dans les classes supérieures, on estime utile d'employer la méthode d'exposition.

Ce qui caractérise encore l'enseignement allemand actuel, ce sont ses tendances utilitaires. Elles résultent surtout de la propagande active faite par la Société des Ingénieurs allemands, et se manifestent, dans les programmes de 1901, par la recommandation, faite aux professeurs de Mathématiques, de choisir des exercices « montrant l'application de leur enseignement à d'autres domaines, soit de la vie ordinaire, soit surtout des Sciences physiques ».

V. — Objections.

Nous avons dit que les conférences en question ont été suivies, à huit jours d'intervalle, de discussions. Nous estimerions avoir rempli incomplètement notre tâche, si nous ne résumions ici les principales observations formulées, au cours de ces discussions, par des professeurs dont l'expérience et le talent indiscutables rendent l'opinion précieuse à connaître.

§ 1. — Expériences et manipulations.

M. Lucien Poincaré a beaucoup insisté sur l'intérêt qu'il y a à rendre l'enseignement aussi expérimental que possible. M. Abraham, qui a fait l'effort que l'on sait pour fournir au corps enseignant le moyen d'organiser à peu de frais des expériences et des manipulations instructives, a exposé cependant, avec une grande énergie, les nombreuses difficultés auxquelles se heurte le professeur ; presque toutes, ces difficultés se ramènent à une : le manque d'argent ; les autres sont des difficultés d'organisation, auxquelles il est peut-être plus facile de remédier rapidement.

En particulier, l'enseignement expérimental est à peu près impraticable avec des classes d'une heure, dans lesquelles il faut, non seulement faire un cours, mais interroger les élèves et corriger des devoirs, sans compter que, dans une même salle, se succèdent, sans intervalle, deux ou trois classes d'une heure, ce qui rend impossible le montage des expériences de la deuxième et de la troisième. La circulaire ministérielle du 19 juillet 1902 prévoit que les classes de Physique et Chimie devront peut-être, dès le premier cycle, durer une heure et demie ou deux heures. Il est indispensable, chacun le reconnaît, d'user de cette licence.

En somme, il ne s'agit pas d'objections de principe, et à condition : 1° que les Pouvoirs publics comprennent que la réforme universitaire entraîne une réforme budgétaire ; 2° que l'Administration laisse au professeur une large initiative pour l'organisation de ses leçons et de ses manipulations, on ne voit rien qui soit en contradiction avec les conseils donnés par les conférenciers.

§ 2. — Méthode heuristique.

La méthode socratique présente de très grands avantages au point de vue de la culture scientifique que l'on se propose de donner aux esprits ; et son application fournira, c'est bien vraisemblable, d'excellents résultats dans des classes peu nombreuses comme il y en a dans les collèges et lycées de province. Mais certains professeurs se demandent si, dans des classes de trente, ou quarante, ou cinquante élèves, comme il y en a dans certains grands lycées de province et à Paris, cette méthode sera aussi fructueuse ; et si la légèreté d'esprit, la tendance à l'indiscipline des écoliers français ne rendront pas singulièrement plus difficile que celle de son collègue allemand la tâche du professeur qui, en France, voudra appliquer la méthode heuristique, telle que la décrit M. Marotte.

Celui-ci a, d'ailleurs, signalé que cette méthode entraîne nécessairement une marche en avant beaucoup moins rapide ; cela est peut-être plus un avantage qu'un inconvénient, si l'on se dit, avec M. Lippmann, que « il n'y a d'acquis que ce qui est définitivement acquis », et que « il ne faut enseigner que ce qui ne s'oublie pas ». Mais alors on se heurte aux programmes, qui sont détaillés, et que le professeur a le devoir de parcourir d'un bout à l'autre.

§ 3. — Programmes.

Contre ces programmes énumératifs, ces programmes-tables de matières, comme il les appelle, M. Lippmann s'est élevé avec beaucoup de véhé-

mence. Il se demande si l'on désire que les élèves puissent mériter la note « Passable » sur tout un programme, ou la note « Très Bien » sur quelques sujets, et, déplorant la médiocrité, il préfère sans hésitation la deuxième solution. Mais, pour décharger les classes de la médiocrité, il faudrait, par des examens de passage fréquents, éliminer les élèves au fur et à mesure qu'ils se montrent incapables de suivre, et qu'ils ne font plus qu'alourdir la marche de l'enseignement.

Sans insister sur ce point, ce qui nous ferait sortir du sujet limité de ces conférences, nous voulons indiquer maintenant un autre reproche qui fut fait aux programmes scientifiques actuels, parce qu'il a provoqué une discussion d'où ressortit nettement l'importance qu'il y a à ce que le professeur soit libre d'organiser à sa guise son enseignement.

Pour M. Lemoine, les programmes actuels, qui sont parfaitement ordonnés, et témoignent de beaucoup de logique, sont trop précis; la minutie avec laquelle ils sont détaillés les rend difficilement applicables par n'importe quel professeur qui pourrait, avec autant de logique, concevoir un enchaînement tout différent. Aussi M. Lemoine craint-il, et M. Malapert avec lui, que, lorsque tous les professeurs auront bien compris, se seront bien assimilé l'orientation de ces programmes, leurs cours se ressemblent tellement que le même jour, à la même heure, tous les professeurs de France traiteraient de la même manière le même sujet!

Ce résultat n'est certainement pas celui qu'ont rêvé les hommes qui ont réorganisé l'enseignement scientifique. Alors, comment éviter cet écueil? Le moyen a été formulé de la manière la plus nette par MM. H. Poincaré, L. Poincaré et J. Tannery : « On demande aux professeurs d'être intelligents, a déclaré M. Tannery, donc il faut qu'ils soient libres ». « Vous avez absolument le droit, a dit M. L. Poincaré, d'organiser votre enseignement comme vous le voulez, en restant dans le cadre du programme. » Et il avait prononcé, au cours de sa conférence, les paroles suivantes : « Il serait bien désirable que nos programmes de Physique et Chimie ne fussent jamais un cadre rigide, une barrière infranchissable établie tout le long de la route à suivre. Dans les Sciences physiques, il n'est pas, comme dans les Mathématiques, un ordre logique à peu près unique qui s'impose; on y envisage trop de notions compliquées, presque indépendantes les unes des autres, pour qu'un enchaînement, quel qu'il soit, ne présente pas un caractère fort arbitraire; il y a donc place pour les initiatives personnelles, et, suivant les besoins particuliers des élèves, suivant aussi leurs goûts, leurs réflexions, leurs aptitudes spéciales, les maîtres pourront, avec grand profit, varier la règle qu'ils doivent adopter pour ordonner leur enseignement[1]. »

Une des voies dans lesquelles l'initiative du professeur pourra le plus utilement s'exercer, c'est dans la partie en quelque sorte locale de son enseignement. Il n'est pas douteux que, dans le département du Nord, au voisinage des districts miniers, le professeur ne donnera pas les mêmes exemples de transformations d'énergie que dans l'Isère, au pied des Alpes, là où l'on exploite la houille blanche. Et, dans l'enseignement concret tel qu'il a été préconisé, dans l'effort fait pour relier son cours à ce que l'élève voit journellement autour de lui, le professeur ne pourra que gagner à tirer profit de tout ce qui l'entoure, des industries locales, des installations usinières, qui feront comprendre aux élèves qu'il existe une Mécanique appliquée, que, en Physique, il y a autre chose que quelques appareils et de nombreuses formules, et que la Chimie se fait ailleurs que dans des tubes à essais.

VI. — Conclusions.

En résumé, quelles sont les conclusions qu'il convient de tirer de cet ensemble de conférences et de discussions?

Si l'on veut faire de l'enseignement scientifique un véritable instrument de culture générale, il importe de placer à sa base l'expérience. Il faut apprendre aux élèves à observer d'abord, à tirer parti de leurs observations ensuite, afin de faire pénétrer en leurs esprits la belle parole de M. H. Poincaré : « L'expérience est la source unique de la vérité : elle seule peut nous apprendre quelque chose de nouveau; elle seule peut nous donner la certitude ».

Il faut s'attacher à éviter l'exposition dogmatique, et montrer la Science telle qu'elle est, en possession de quelques certitudes, en acquérant de nouvelles chaque jour, et cherchant cependant à en acquérir toujours davantage.

Tout cela est-il entièrement nouveau? Certes non, et MM. H. et L. Poincaré l'ont bien nettement exprimé, au cours de leurs conférences respectives, en rendant hommage au corps enseignant. Comme toujours, l'apparente révolution qui se produit dans l'enseignement n'est que la mise au point d'une évolution lente qui s'effectuait depuis de longues années. Et si la jeune Université trouve aussi natu-

[1] La même idée, encore que timidement exprimée, figure cependant dans le plan d'études. Voici, en effet, la Note qui accompagne le programme de Physique de la classe de Première C : « Dans l'étude de l'électricité, comme dans les autres parties du programme, le professeur pourra suivre un ordre différent de l'ordre indiqué, et commencer, par exemple, par l'étude du courant. » La conclusion de la discussion dont il s'agit a été que cette Note doit être considérée comme ayant une portée très générale.

relles les modifications que l'on apporte officiellement à l'enseignement des sciences, cela tient sans aucun doute à ce qu'elle a été formée par d'excellents Maîtres, réformateurs avant la lettre, qui ont su lui inculquer cet esprit scientifique, qu'on lui demande aujourd'hui de faire pénétrer chez ses élèves.

Marcel Ascoli,
Ancien élève de l'Ecole Normale Supérieure,
Agrégé des Sciences physiques.

L'INDUSTRIE OLÉICOLE EN ALGÉRIE

PREMIÈRE PARTIE : CULTURE DE L'OLIVIER

La question de l'olivier n'est pas nouvelle en Algérie : peu après la conquête, les premiers colons se préoccupèrent de mettre en valeur les oliviers sauvages et d'utiliser le produit des oliviers cultivés pour la fabrication de l'huile. Des efforts considérables furent faits à cette époque et, en 1854, l'Algérie arrivait déjà à une production importante. Le mouvement en faveur de l'olivier paraît ensuite s'être sensiblement ralenti, et bientôt tous les efforts des colons se tournèrent vers la culture de la vigne. Mais, en 1893, à la suite de l'abondante récolte de vin dans la Métropole et de la mévente qui s'ensuivit, la question de l'olivier fut de nouveau remise à l'ordre du jour, et, depuis, elle n'a cessé de s'imposer de plus en plus.

Les diverses assemblées délibérantes de la colonie : Conseil supérieur, Conseils généraux, Délégations financières, se sont tour à tour occupées de cette importante question et ont émis des vœux pour demander qu'on favorise cette branche de la production algérienne.

En 1900, le Gouvernement général décidait d'accorder des primes aux agriculteurs qui créeraient des olivettes, soit par plantation, soit par greffage de sauvageons. Mais, avant de planter ou de greffer, il faut savoir quelles variétés il convient de choisir pour obtenir le maximum de rendement en huile. C'est alors qu'apparut la nécessité de faire l'étude de la composition des nombreuses variétés d'olives disséminées sur le territoire de l'Algérie.

D'autre part, la culture de l'olivier et la production des olives ne sont qu'une partie de l'oléiculture, et, si l'on doit encourager les colons et les indigènes à produire beaucoup de matière première de bonne qualité, il ne faut pas se désintéresser des transformations que la récolte est appelée à subir, mais chercher à l'utiliser dans les meilleures conditions possibles.

Or, personne ne conteste que la fabrication de l'huile est encore souvent rudimentaire et qu'il reste beaucoup à faire pour augmenter le rendement des olives et améliorer la qualité de l'huile, aussi bien chez les Européens que chez les indigènes. C'est pourquoi l'étude des huiles et des tourteaux n'était pas moins indispensable que celle des olives pour avoir les éléments d'appréciation nécessaires permettant de réaliser une amélioration d'ensemble et de placer les producteurs algériens au premier rang.

C'est ainsi que certains pays voisins, comme le Portugal, l'Italie, la Tunisie, etc., sont arrivés à des résultats considérables par des recherches méthodiques analogues à celles que nous venons d'indiquer, nous donnant l'exemple à suivre pour déterminer les règles d'une bonne fabrication.

L'étude des huiles algériennes était encore utile à un autre point de vue : pour déterminer les variations des caractères chimiques et physiques dans les produits actuels, avec des données obtenues par l'examen d'échantillons de provenance authentique.

Tandis que le Gouvernement général faisait faire une enquête sur les conditions économiques de la culture de l'olivier et la fabrication de l'huile, il nous chargeait de faire l'étude des olives, des huiles et des grignons de la récolte 1901-1902. Un travail aussi considérable demande nécessairement beaucoup de temps et, commencé à la fin de 1901, il n'a pu être achevé qu'en 1903.

Ces diverses études seront publiées avec tous les détails qu'elles comportent, mais il nous a paru utile de les mettre dès aujourd'hui à profit pour faire un exposé critique de l'industrie oléicole, telle qu'elle est actuellement pratiquée.

La culture de l'olivier en Algérie ne peut prendre une extension nouvelle qu'à la condition d'améliorer la fabrication de l'huile.

I. — L'olivier.

L'olivier ne se développe, fleurit et fructifie bien que dans le bassin méditerranéen; exception doit cependant être faite pour l'Australie méridionale et quelques régions du Cap et de la Californie, où l'on a essayé de l'acclimater avec plus ou moins de succès.

D'une manière générale, un climat sec et chaud pendant l'été, avec une température moyenne d'au moins 19° à partir de la floraison, lui est nécessaire. D'autre part, on a observé que, pour bien mûrir ses fruits, l'olivier devait recevoir, de la floraison à la venue des premiers froids, en sus de la température moyenne de l'air ambiant, un supplément de chaleur solaire évalué à 1.100°. Pendant l'hiver, un climat relativement froid, pourvu que la température minima ne descende pas au-dessous de — 8°, ne lui est pas défavorable, surtout si ces abaissements de température amènent des pluies (ou de la neige) abondantes, de manière à constituer les réserves d'eau nécessaire pour l'été.

En Tunisie, les plus beaux oliviers sont dans la zone marine, au bord de la mer. En Algérie, au contraire, les oliviers les plus développés et les plus productifs sont dans l'intérieur du pays et surtout à une altitude qui varie entre 200 et 800 mètres; c'est ainsi que la Kabylie, envisagée dans son ensemble, présente les conditions climatériques favorables à la culture de l'olivier.

Il en est de même en Portugal, où la culture de l'olivier est réduite dans la bande limitrophe de l'Océan et se développe surtout à une altitude de 300 à 800 mètres. On trouve des oliviers sauvages jusqu'à 1.500 mètres d'altitude.

Les vallées encaissées et humides ne lui conviennent pas, comme les versants ou les plaines abrités.

Les conditions météorologiques ont une grande influence sur l'abondance et la régularité de la production de l'olivier.

Le type primitif de l'espèce (*Olea europea*) est l'olivier sauvage ou variété oléaster (*zéboudj* des Arabes), qui, transformé par l'influence du milieu et la culture, a donné les variétés cultivées ou *Olea sativa* (en arabe *zitoun*).

Les variétés sauvages se reproduisent par le moyen de la semence, tandis que la reproduction des variétés cultivées, dont le nombre est considérable, doit être fait par marcottes, boutures ou par le greffage. C'est que les variations qui proviennent du milieu extérieur ne sont pas héréditaires et que les descendants d'un type amélioré reprennent toujours plus ou moins les caractères primitifs.

D'autre part, on ne saurait attendre de bons résultats de l'introduction d'une nouvelle variété dans une autre région qu'autant qu'elle trouvera dans sa nouvelle patrie à peu près les mêmes conditions de sol et de climat.

Il existe une grande confusion dans la nomenclature des diverses variétés cultivées en Algérie, à cause de la synonymie dont elles jouissent et des termes génériques qui servent à les désigner : certaines variétés, en apparence distinctes, sont en réalité très voisines; d'autres ont des noms différents qui s'adaptent à une même variété. Il faudra réunir un grand nombre d'éléments d'appréciation pour réaliser une classification définitive.

Mais la détermination des variétés n'aurait pas une grande valeur pour les oléiculteurs si l'on n'y ajoutait les renseignements sur les rendements en olives, la teneur en huile et la composition de l'huile. Ce sont surtout ces données qui sont utiles à connaître et qui exigent une étude approfondie si l'on veut tenter l'amélioration des bonnes variétés par une sélection bien comprise, en choisissant les greffons sur les arbres qui donnent les olives les plus riches en huile.

Certaines variétés donnent régulièrement une production abondante, tandis que d'autres sont beaucoup moins fertiles ou ne présentent pas la même constance dans les rendements. D'un autre côté, on peut remarquer que les gros rendements en olives ne correspondent pas toujours au plus fort produit en huile de bonne qualité.

Quoi qu'il en soit, les dénominations indécises et provisoires qui figurent dans notre tableau d'analyses[1] sont suffisantes pour fixer les oléiculteurs qui connaissent déjà l'aspect extérieur de l'arbre, la forme et la couleur des feuilles, des fruits et des noyaux.

II. — Maturation des olives.

La formation de l'huile dans les olives coïncide avec la disparition des hydrates de carbone, notamment de la mannite (alcool hexatomique), que l'on trouve en abondance aussi bien dans les feuilles que dans les fruits de l'olivier; mais le mécanisme des actions chimiques (oxydation, hydrolyse, condensation, dédoublement) qui président à cette transformation est encore très obscur.

Les phénomènes inverses de destruction des matières grasses sont un peu mieux connus. Pendant la germination des graines oléagineuses, on observe la disparition de l'huile, suivie de l'apparition d'amidon et de sucre réducteur.

M. Müntz a montré, il y a déjà longtemps, que l'huile est saponifiée dès le début de la germination. Cette saponification a lieu sous l'influence d'une diastase analogue à la *lipase*, que nous retrouverons en étudiant l'altération des huiles et qu'on a déjà rencontrée dans certains champignons et dans le sang des animaux.

Ce dédoublement diastasique s'opère aussi quand on place les graines broyées et humectées d'eau dans une étuve modérément chauffée.

Les huiles, qui sont des éthers saturés, constitués par l'union d'une molécule de glycérine (alcool

[1] *C. R. du Congrès de l'Assoc. fr. pour l'av. des Sc.*, 1903.

triatomique) avec trois molécules d'acides gras, se dédoublent en acides gras et en glycérine.

La glycérine est ensuite susceptible de se dédoubler ou de se polymériser et de se transformer en sucre. Quant aux acides gras mis en liberté, ils semblent se comporter différemment suivant qu'ils appartiennent à la série saturée ou à la série non saturée (Maquenne) : les premiers seraient simplement brûlés avec production d'eau et d'acide carbonique, tandis que les seconds seraient capables de donner, par oxydation ménagée, des hydrates de carbone utilisés pour la charpente de la plante.

Les diastases pouvant déterminer des actions réversibles, ces recherches jettent une certaine clarté dans les phénomènes qui accompagnent la formation de l'huile.

Quoi qu'il en soit, les variations de composition qui se produisent dans les olives pendant la maturité peuvent être résumées de la manière suivante :

1° Le poids de l'olive s'accroît progressivement jusqu'à la maturité, mais cet accroissement est surtout dû à la pulpe; le noyau n'intervient que pour une faible proportion;

2° L'eau de végétation diminue dans l'olive à mesure que la maturité s'avance;

3° La proportion d'huile dans le fruit complet va en augmentant jusqu'à un maximum qui correspond à la *maturité parfaite*, pour décroître ensuite lentement, avec une proportion d'*oléine* plus grande dans la première période de végétation. La proportion relative des acides insaturés va en diminuant, tandis que celle des acides saturés va en augmentant;

4° La proportion de matière grasse dans la pulpe suit une marche parallèle à celle du fruit complet;

5° La coque ou *endocarpe* ne contient aucune trace d'huile au moment de la maturité;

6° La teneur en huile de l'amande commence à diminuer lentement avant la maturité;

7° Etant donnée la répartition de l'huile dans chacune des parties composantes de l'olive, il est clair que la quantité d'huile, toutes choses égales d'ailleurs, est relativement plus élevée dans les variétés pulpeuses que dans celles qui renferment une forte proportion de noyaux;

8° Les olives les moins lourdes, dont le volume est sensiblement égal, sont les plus riches en huile, et la densité peut, dans une certaine mesure, être utilisée pour apprécier la teneur en huile. Il faut, du reste, comparer des fruits également mûrs, car on observe de grandes variations dans la teneur en huile suivant le degré de maturité;

9° La proportion des acides libres dans l'olive est minimum au moment où la maturité est parfaite, et la quantité qui passe dans l'huile, avec des fruits sains, ne s'élève pas au-delà de quelques dixièmes.

Les olives vertes, de même que les fruits attaqués par les insectes ou incomplètement développés, avariés, pourris ou fermentés, peuvent, au contraire, contenir une proportion élevée d'acides libres, susceptibles de passer en grande partie dans l'huile.

En ce qui concerne les éléments minéraux contenus dans l'olive, on constate que c'est la potasse qui forme la principale partie des cendres de la pulpe; elle prédomine aussi dans l'endocarpe et l'amande. L'acide phosphorique, qui existe en très petite quantité dans la pulpe, augmente d'une manière sensible dans l'endocarpe et surtout dans l'amande, où il devient presque égal à la potasse. Les matières azotées sont surtout abondantes dans l'amande et la pulpe.

Ce résumé de l'état actuel de nos connaissances sur ce sujet indique nettement que la récolte des olives ne doit être ni prématurée ni trop tardive, et être toujours subordonnée à leur maturité parfaite, pour obtenir le maximum de rendement et de qualité.

III. — Composition des olives.

Au point de vue botanique, l'olive est une *drupe*, composée d'une partie charnue (*pulpe* ou *péricarpe*) et d'un noyau central constitué lui-même d'une coque dure (*endocarpe*) et d'une *amande* avec embryon et albumen. On observe de grandes différences dans le développement relatif de la pulpe et du noyau, suivant les variétés, et l'étude de la forme des fruits et des noyaux paraît être le meilleur critérium des variétés souvent difficiles à distinguer.

Il y a une différence énorme entre l'olive sauvage, dont le poids moyen reste compris entre 0 gr. 5 et 1 gramme, et le fruit de la variété espagnole ou Sévilhana, qui est l'une des plus grosses olives connues et dont le poids peut arriver à 12 ou 15 grammes, avec 10 à 13 grammes de pulpe.

Malgré son volume, la sévilhana rend peu d'huile (26 à 45 °/₀ à l'état sec), et l'huile qu'elle fournit est amère; mais elle est excellente pour les conserves quand elle est récoltée verte (Hidalgo Tablado).

Les olives sauvages contiennent, à l'état normal, de 1 à 9 °/₀ d'huile, et à l'état sec de 21 à 28 °/ .

Ce sont les fruits de grosseur moyenne qui paraissent être les plus savoureux, les meilleurs pour les conserves et aussi les plus riches en huile de bonne qualité. C'est ainsi que l'olive Cordovil des Portugais, ou Cordovis des Espagnols, dont le poids moyen est compris entre 4 et 5 grammes, peut contenir depuis 40 jusqu'à 54 °/₀ d'huile à l'état sec.

L'olive Galléga, qui est la plus répandue et la plus

commune en Portugal, ne pèse guère plus de 2 grammes en moyenne, et renferme environ 40 % d'huile à l'état sec, d'après les recherches de M. Larcher Marçal.

Le sol a une influence marquée sur la teneur en huile et sur la qualité.

Les terrains meubles, granitiques ou calcaires, produisent de l'huile plus fine, plus fluide que celle des terres argileuses, compactes et humides, où l'on récolte généralement un produit plus épais et moins agréable.

Les terres argileuses et compactes donnent une huile grasse, qui dépose facilement dans les récipients, dès que la température s'abaisse, des masses blanches, en forme de chou-fleur, de cristaux de glycérides d'acides saturés ou concrets.

Les olives récoltées dans les terres riches et humides sont moins riches en huile. Les arbres décrépits qu'on trouve sur les sols arides ou rocailleux donnent des olives petites, mais riches en huile fine ; malheureusement, la production en est très faible.

Les sols sains pouvant fournir à l'olivier les éléments essentiels (azote, potasse et acide phosphorique pour la formation et le développement des feuilles et des fruits) sont ceux qui donnent quantité et qualité d'huile.

A Sfax, la terre réputée la meilleure pour les oliviers est constituée par un sable calcaire rougeâtre d'une grande épaisseur; cette terre est pauvre en azote, mais riche en calcaire et en potasse (Bertainchand).

Le travail du sol avec la charrue, la houe ou la pioche, est aussi un facteur sérieux de la production. Il est incontestable que ces soins jouent un rôle imporlant dans l'abondance de la production et la qualité du produit.

Le sol des olivettes régulièrement plantées se prête surtout facilement à ces travaux de culture. Parmi les cultures qui conviennent pour être associées avec celle de l'olivier, on peut citer les cultures sarclées (vigne, pomme de terre, etc...)

Enfin, la taille et l'élagage des arbres sont une nécessité pour régulariser la production et faciliter la récolte.

On voit combien sont nombreux les facteurs qui peuvent influencer la production des olives, faire varier la proportion et la composition de l'huile et modifier ses qualités.

Cet exposé sommaire montre aussi, d'une manière très nette, qu'il ne suffit pas de connaître le rendement en olives des diverses variétés; il faut encore être fixé sur leur teneur en huile et sur la qualité du produit, si l'on veut faire un choix judicieux et ne multiplier que les variétés susceptibles de donner le maximum de produit en argent.

1. *Récolte des échantillons.* — Si l'on veut comparer entre elles les différentes variétés au point de vue de leur teneur en huile, il faut autant que possible les cueillir quand elles ont atteint le même degré de maturité. Or, nous savons que les époques de maturité parfaite ne sont pas les mêmes pour les diverses variétés, et que la cueillette doit être échelonnée.

En Italie, la teneur la plus élevée en huile se présente à la fin de novembre, d'après les recherches de Luca. En Portugal, la richesse maximum a été constatée en décembre. En France, la cueillette des olives a lieu en hiver, souvent par un froid très vif. Dans le nord de l'Afrique, la récolte des olives commence en novembre, et se continue pendant l'hiver.

La préparation des échantillons destinés à l'analyse (cueillette, emballage, transport) exige des soins minutieux et demande à être faite par des personnes connaissant toutes les circonstances qui peuvent avoir une influence sur le résultat final et les conclusions à en tirer. En ce qui concerne les échantillons que nous avons eu à examiner, le prélèvement en a été fait par les soins des maires ou des administrateurs, et ils ont été envoyés à la Direction de l'Agriculture au Gouvernement général, qui s'est chargée de les faire parvenir à la Station agronomique. Je dois, à la vérité, ajouter que les olives ne sont pas toujours arrivées dans un état satisfaisant au laboratoire, ce qui nous a obligé à renoncer à notre projet de les reproduire toutes par la photographie.

2. *Méthodes d'analyse.* — Aussitôt arrivés au laboratoire, les échantillons ont été déballés et il a été prélevé sur chacune des variétés 100 olives fraîches prises au hasard, de manière à faire un échantillon moyen. Cet échantillon moyen, composé de 100 fruits, est placé dans une capsule de porcelaine tarée et pesé. Cette première pesée donne le poids des olives fraîches. Les capsules sont ensuite portées dans une étuve à air chauffée à 75 degrés environ et y restent jusqu'à ce que les olives soient devenues dures et rugueuses; elles perdent ainsi un poids d'eau variable avec le degré de maturité et leur composition, mais qui peut atteindre et dépasser la moitié du poids initial. Une seconde pesée permet d'établir le rapport entre les olives ainsi desséchées et les olives fraîches. Les olives ainsi préparées sont aptes à être épuisées par l'éther ou le sulfure de carbone et peuvent se conserver longtemps dans cet état de dessiccation, sans altération, si l'on a soin de les placer dans des bocaux secs et bien bouchés. Si l'on veut déterminer l'eau totale, il est nécessaire de porter les olives dans l'étuve à 100°, après avoir préalablement divisé la

pulpe et écrasé le noyau. La quantité d'eau contenue dans les olives mûres est généralement comprise entre 35 et 40 °/₀.

Pour le dosage de la matière grasse dans la pulpe, on sépare la chair du noyau avec un canif, puis on la désagrège dans un mortier avec un pilon, en ajoutant un peu de sable pur pour faciliter l'opération. La masse pâteuse ainsi obtenue est introduite, avec les noyaux, dans un appareil Schlœsing à épuisement, ou dans une allonge en verre fermée par une pince. On extrait l'huile avec le sulfure de carbone, si l'on emploie l'appareil Schlœsing, et avec l'éther à 65°, si on utilise l'allonge.

Dans les deux cas, on a soin de laver soigneusement l'extrémité des doigts, le canif et le mortier avec le dissolvant, et l'épuisement est continué jusqu'à ce qu'une goutte de liquide ne laisse aucune trace huileuse après évaporation.

Pour cette extraction, on prend un nombre variable d'olives suivant les variétés, de manière à avoir toujours des poids à peu près semblables. L'huile est recueillie dans des verres de Bohême tarés, puis on porte à l'étuve à 100° et l'on pèse. Le résultat obtenu donne la quantité n d'huile contenue dans le poids P d'olives employé pour le dosage. Pour ramener à 100 grammes, on a $x = \frac{100}{P} n$, et, pour les olives normales, en désignant par a la matière sèche °/₀ d'olives fraîches, $x = \frac{100}{P} n \times \frac{a}{100}$.

Voici maintenant comment nous avons opéré pour le dosage des matières grasses dans les amandes : Les noyaux sont sortis de l'appareil à épuisement, raclés pour enlever les débris de pulpe adhérente, désséchés à l'air et pesés. Ils sont alors placés un à un dans un mortier d'Abich, et d'un coup de marteau on brise la coque sans toucher à l'amande. Ce sont les amandes ainsi mises à nu qui sont ensuite écrasées dans un mortier de porcelaine et épuisées dans un tube avec de l'éther. On a ainsi la quantité d'huile contenue dans un poids p d'amandes, correspondant à un poids P d'olives.

Nous avons eu ainsi à examiner 60 échantillons des diverses variétés d'olives cultivées en Algérie. La place nous manque pour reproduire ici le tableau des résultats analytiques; mais nous allons résumer les conclusions qui découlent de cet examen.

Certains fruits sont presque sphériques; d'autres, au contraire, sont très allongés en forme de gland; mais la plupart ont la forme ovoïde (olive Limi de Tlemcen). Quelques variétés ont des fruits terminés en pointe recourbée et déjetée (grosse olive de Fort-National). Les olives bien mûres sont tantôt de couleur noir-grisâtre, de couleur noire tirant sur le bleu, tantôt couleur d'un noir lustré; d'autres sont noires avec des tons violets. La pulpe est aussi de couleur variable. Les olives encore en partie vertes donnent une huile très fruitée et un peu amère. L'huile des olives noires bien mûres est beaucoup plus douce. L'huile des olives violettes tient le milieu entre les deux. Les fruits incomplètement mûrs sont verts, violets ou noirs avec des taches vertes.

Le noyau épouse en général la forme du fruit; mais il est tantôt presque lisse comme les graines de pin pignon, tantôt strié et rugueux. La pulpe est adhérente au noyau et difficile à détacher, ce qui explique la teneur en huile relativement élevée des grignons de noyaux. Les amandes avortées ne sont pas rares dans certaines variétés.

On trouve une certaine analogie entre le poids des olives d'Algérie et de Tunisie. Si l'on consulte le tableau publié par mon collègue M. Bertainchand[1], on trouve que le poids des olives de Tunisie oscille entre 0 gr. 93 (Chemlali de Sfax) et 6 gr. 32 (Zarassi de Gafsa). En Algérie, le poids des olives varie entre 0 gr. 85 (olives de Mizrana) et 5 gr. 94 (olives Limi de Tlemcen). M. Bouffard, professeur à l'Ecole d'Agriculture de Montpellier, qui a analysé les variétés cultivées dans le midi de la France, indique des poids moyens variant entre 1 gr. 27 et 4 gr. 90.

Le poids moyen d'un noyau est assez variable suivant les variétés et passe de 0 gr. 30 à 0 gr. 80. En considérant les noyaux d'un même poids d'olives, on trouve que le poids moyen pour les variétés examinées est de 0 gr. 40 pour le noyau complet (coque et amande) et que le poids moyen de l'amande seule est de 0 gr. 04, c'est-à-dire le dixième du poids du noyau complet. Ces chiffres sont intéressants à retenir et nous donnent des renseignements utiles en ce qui concerne les proportions respectives de pulpe et de noyaux. Les variétés tunisiennes seraient, en effet, plus pulpeuses, d'après les résultats de M. Bertainchand. En Tunisie, une seule variété (*Saial* de Bizerte) présente une proportion de noyaux supérieure à 20 °/₀ (23,50 °/₀), et le minima observé descend jusqu'à 10,65 °/₀ dans l'olive Saheli de Gafsa. En Algérie, au contraire, les noyaux figurent pour 45 °/₀ dans l'olive Azemour d'Azeffoun et peuvent atteindre 54 °/₀ dans le Petit-Chemlal; le taux le plus bas (12,25 °/₀) a été trouvé avec les olives Limi. Dans les olives examinées par M. Bouffard, on voit la proportion de noyaux varier entre 12 °/₀ (Picholine) et 24,60 °/₀ (Corniale).

D'une manière générale, les olives algériennes ont donc le noyau plus développé et il s'ensuit que, d'après ce que nous savons de la répartition de

[1] Bertainchand : *Sur les principales variétés d'olives et d'huiles de Tunisie*, 1896.

l'huile, leur richesse en matière grasse doit être plus faible. C'est, en effet, ce qui résulte de la comparaison des chiffres de M. Bertainchand avec les nôtres.

En Tunisie, la teneur en huile des diverses variété d'olives a varié entre 12,79 °/₀ (*Djeheli* de El Ala) et 41,08 °/₀ (*Hobb Reguerig* de El-Oudiane). En Algérie, le minimum se présente avec l'olive Beksi de Tlemcen (10,71 °/₀) et le maximum avec les olives Garel de Jemmapes (33,87 °/₀). Les olives tunisiennes renfermeraient en général plus de 30 °/₀ d'huile, tandis qu'en Algérie ce chiffre est rarement atteint. Les résultats de M. Bouffard, pour le midi de la France, varient entre 11 °/₀ (variété Argental) et 22,80 °/₀ (variété Pigalle).

Le professeur Passerini, qui a étudié les variétés d'olives de la campagne florentine, a vu, en 1900, la teneur en huile varier entre 13,25 °/₀ et 24,99 °/₀, suivant les variétés[1].

D'ailleurs, il faut retenir que cette comparaison en faveur des olives de Tunisie est plutôt apparente que réelle et doit, tout au moins, être fortement atténuée, si l'on tient compte que les olives de Tunisie ont été cueillies avec des soins minutieux et sont arrivées en parfait état de conservation au laboratoire, tandis que les olives que nous avons eu à examiner étaient souvent incomplètement mûres ou avariées.

Nous estimons donc qu'il faut considérer les chiffres qui expriment la teneur en huile de la pulpe comme représentant le rendement théorique des olives qu'on trouve dans les moulins, et non le rendement maximum qu'elles sont susceptibles de donner quand elles sont cueillies avec soin, à maturité parfaite, et broyées avant toute altération.

Enfin, sans vouloir diminuer l'importance des recherches de mon collègue, M. Bertainchand, que j'aurai encore à citer en étudiant les huiles et les grignons, je ne puis m'empêcher de faire remarquer que la grande quantité de matière grasse trouvée dans les noyaux, près d'un tiers de la quantité totale dans certains cas (9,94 °/₀), vient élever la teneur totale en huile des olives de Tunisie.

Les amandes renferment de 30 à 50 °/₀ d'huile, en moyenne 45 °/₀ pour l'ensemble des variétés que nous avons eu à analyser. Or, si l'on estime la proportion des noyaux à 20 °/₀, chiffre bien supérieur à la moyenne de Tunisie, on trouve, sachant que la coque ne renferme pas d'huile et que les amandes entrent pour un dixième dans le poids total, en admettant la richesse moyenne de 45 °/₀ d'huile, que les noyaux ne devraient guère renfermer plus de 1 °/₀ d'huile et que le contingent ainsi apporté est des plus minimes.

L'huile de l'amande semble être un peu plus riche en acides gras saturés que celle de la pulpe; aussi a-t-on une tendance à considérer l'huile de pulpe comme présentant une plus grande fluidité et un indice d'iode plus élevé que l'huile provenant du fruit entier.

Mais, même en admettant pour certain que l'huile d'amande soit douée de ces caractères distinctifs, il faut reconnaître que, étant donnée sa faible proportion dans le produit provenant du fruit entier, elle ne saurait modifier ni la qualité ni la conservation de l'huile de chair.

Il ne faut donc pas craindre le broyage des olives et considérer le *dépulpage* comme une opération entraînant une perte de temps et une augmentation des frais de fabrication sans profit pour personne et devant, par conséquent, être abandonnée.

3. *Variations dans la teneur en huile.* — Les olives d'une même variété, comme le *Chemlal* ou l'*Adjeraz*, présentent des variations considérables dans la teneur en huile suivant leur provenance, ce qui confirme ce que nous avons déjà dit au sujet de l'influence du sol et des conditions climatériques.

La variété *Azibli* est riche dans le Djurjura et relativement pauvre dans la région de Fort-National. L'olive *Limi* de Tlemcen est grosse et donne aussi un bon rendement en huile de bonne qualité. La variété *Bauchout* rentre dans la catégorie des olives riches en huile. L'olive *Mouron* de Sidi-bel-Abbès donne un rendement en huile tout à fait insuffisant.

Les fruits de la variété *Ouallade* ou *Ouallette* sont petits et leur teneur en huile est assez faible. La variété *Elyamly*, au contraire, donne des olives petites, mais riches en huile. Il en est de même pour la variété de Port-Gueydon, désignée sous le nom d'*Azemour*. L'une des variétés envoyées de Jemmapes (communal de la Robertsau), sous la rubrique « olive greffée Garel », présente une richesse en huile remarquable.

Les arbres dont les feuilles sont couvertes de fumagine donnent, toutes choses égales d'ailleurs, des olives moins riches en huile. Il en est de même pour les autres maladies parasitaires qui affectent les fonctions physiologiques de l'arbre.

Ces quelques résultats suffisent à montrer l'extrême variabilité de composition qu'on trouve dans nos variétés d'olivier et combien il serait utile de poursuivre ces recherches, à peine ébauchées, pour tâcher de connaître, dans chaque région, les races qui conviennent le mieux au double point de vue du produit en olives et du rendement en huile, et

[1] *Agricultura moderna.*

de déterminer, d'une manière suffisamment approchée, l'influence des divers facteurs sur leur teneur en huile.

Il serait également utile d'être fixé sur l'époque qui correspond au maximum de richesse en huile et de connaître, d'une manière un peu plus précise, la relation qui existe entre les changements de couleur et la richesse en matière grasse.

Le rendement en huile des diverses variétés d'olives est utilement complété par l'étude de la composition chimique des huiles et surtout par la détermination des proportions respectives des acides gras fluides et des acides gras concrets. Nous retrouverons les résultats de ces déterminations, pour un certain nombre de variétés, en étudiant les huiles.

Notons, cependant, qu'à ce point de vue, on a déjà remarqué que l'huile extraite des variétés d'olives de petit volume, dans lesquelles le développement du noyau est relativement plus fort, se distingue, en général, par une plus grande quantité d'acides concrets; on observe, au contraire, que l'huile provenant des grosses olives pulpeuses, avec un noyau relativement petit, est composée d'une plus forte proportion de glycérides des acides non saturés et présente un indice d'iode généralement plus élevé.

Le rendement pratique en huile au moulin est évalué, en moyenne, à 12 ou 15 °/₀; mais il peut descendre bien au-dessous, et l'on obtient à peine 8 °/₀ de certaines olives.

D'autre part, les grignons qui restent sous la presse et qui représentent, comme nous le verrons, environ la moitié du poids des olives, contiennent encore 10 à 15 °/₀ de matière grasse. Avec des presses puissantes et en opérant dans de bonnes conditions, on peut facilement réduire la teneur des grignons à 10 °/₀, ce qui représente encore 5 °/₀ de l'huile totale contenue dans les olives.

Dans ces conditions, il faut des olives riches à 20 °/₀ pour obtenir 15 °/₀ d'huile, et des olives riches à 17 °/₀ pour avoir un rendement de 12 °/₀.

Si l'on examine le tableau d'analyses que nous avons publié ailleurs, on remarque qu'un tiers environ des olives peuvent donner un rendement supérieur à 15 °/₀; un tiers, un rendement compris entre 12 et 15 °/₀; enfin, le dernier tiers, un produit inférieur à 12 °/₀ d'huile.

Nous estimons qu'on doit rejeter des nouvelles plantations les variétés qui contiennent moins de 20 °/₀ d'huile, et susceptibles de donner un rendement inférieur à 15 °/₀, et s'efforcer, au contraire, de multiplier les variétés ayant une teneur en huile comprise entre 20 et 30 °/₀ et pouvant donner un rendement pratique d'au moins 15 à 20 kilogrammes d'huile par 100 kilogs d'olives.

IV. — Conservation des olives.

Les efforts des oléiculteurs doivent tendre à extraire l'huile au fur et à mesure que les fruits sont ramassés ; c'est de cette manière qu'on obtient l'huile la plus fraîche et la plus fine. Mais il est clair que, dans la pratique, cette méthode ne peut pas toujours être appliquée, par suite du manque d'usines et de l'encombrement qui se produit dans celles qui travaillent, surtout dans les années de bonne récolte. D'autre part, les usines qui achètent des olives peuvent être obligées à une conservation plus ou moins prolongée, à cause de l'irrégularité des livraisons.

La conservation des olives, depuis la récolte jusqu'au moment où il est possible de fabriquer l'huile, s'impose donc encore dans bien des cas.

Les divers procédés préconisés pour la conservation des olives ont été étudiés par MM. Larcher Marçal et Otto Klein, à la Station agronomique de Lisbonne[1].

Lorsque les olives sont entassées en tas plus ou moins volumineux, elles sont exposées à fermenter et à pourrir au bout de quelques jours; l'huile qu'on obtient alors est rance, de qualité tout à fait inférieure et la quantité extraite est réduite.

La conservation des olives à l'air, en les disposant sur un plancher de manière à ne former qu'une seule couche, ne donne pas non plus de bons résultats, d'après les recherches de MM. Marçal et Klein. Le développement des champignons et des bactéries et l'action de l'oxygène diminuent la teneur en huile, et la perte est de 15 °/₀ au bout de cinq mois, bien que la proportion d'huile susceptible d'être extraite au pressoir soit plus considérable. D'autre part, l'huile extraite des olives ainsi desséchées à l'air a une couleur vert foncé et est âcre et piquante au palais. Le degré de l'acidité de l'huile augmente rapidement et passe de 0,4 °/₀ (huiles des olives fraîches) à environ 9 °/₀ après un mois de conservation, pour atteindre près de 50 °/₀ au bout de cinq mois; l'huile laisse déposer abondamment.

La conservation des olives dans l'eau douce sans cesse renouvelée présente aussi des inconvénients d'après les savants expérimentateurs. La proportion absolue d'huile reste à peu près invariable et augmente d'une manière relative par suite de l'entraînement par l'eau d'une partie des matières solubles dans l'olive. La proportion d'huile susceptible d'être extraite sous une pression déterminée va en augmentant avec la durée du séjour des olives dans l'eau, mais elle reste toujours inférieure

[1] R. Larcher Marçal : *L'olivier et les huiles d'olive en Portugal*, 1900.

à celle des olives fraîches. L'augmentation de l'acidité de l'huile est relativement faible; le taux ne s'élève guère au-dessus de 1,5 °/₀ au bout du premier mois de conservation et ne dépasse pas beaucoup 6 °/₀ après cinq mois. L'huile obtenue est de couleur verdâtre et ne donne qu'un faible dépôt; mais l'odeur n'en est pas agréable et le goût est plus ou moins mauvais, à cause de la décomposition des matières albuminoïdes de l'olive par les bactéries.

C'est un procédé qui est quelquefois employé en Algérie pour des conservations de courte durée. On pourrait en atténuer les inconvénients en salant l'eau qui se renouvelle constamment.

En Algérie, les olives sont quelquefois plongées dans l'eau bouillante après la cueillette, puis étalées pour les sécher et finalement mises en tas. Avec ce traitement, employé par les indigènes, on détruit les vers et les germes de moisissures, mais on n'empêche pas l'altération ultérieure des olives et de l'huile.

Il faut recourir au salage des olives pour assurer leur conservation.

Les olives salées avec écoulement de la saumure donnent une huile de couleur jaune clair, qui laisse déposer une couche épaisse de flocons et de cristaux. La proportion totale de l'huile se maintient à peu près constante pendant toute la durée de la conservation (cinq mois); mais la quantité obtenue au pressoir va en augmentant de mois en mois, par suite de l'altération qui se manifeste dans les olives par le développement des ferments et bactéries, à la suite de la disparition du sel qui s'écoule avec l'eau de végétation. Le degré de l'acidité de l'huile, qui est compris entre 3 et 4 °/₀ à la fin du premier mois, s'élève au-dessus de 24 °/₀ à la fin de l'expérience. C'est un procédé qui peut être utile pour une conservation de courte durée (un mois au maximum), c'est-à-dire tant que le sel manifeste son action préservatrice.

Le meilleur procédé de conservation consiste à *saler les olives et à les laisser baigner dans la saumure*. Dans ces conditions, la quantité absolue d'huile contenue dans les olives diminue progressivement; le déchet peut s'élever à 9 °/₀ après une conservation de cinq mois; mais cette huile, dissoute par le sel et entraînée dans la saumure, peut être extraite de l'enfer. La proportion d'huile susceptible d'être extraite par la pression va aussi en diminuant.

L'acidité totale de l'huile atteint 3 à 4 °/₀ après un mois de conservation, mais ne s'élève guère au-dessus de 6 °/₀ après cinq mois d'expérience. Les olives ainsi traitées donnent une huile jaune d'or dont le goût et l'odeur sont normaux; elle ne dépose pas.

Les olives cueillies à maturité parfaite peuvent donc être conservées dans une saumure pendant des mois sans s'altérer et donner de l'huile de bonne qualité. MM. Marçal et Klein n'indiquent pas la quantité de sel employée dans leurs expériences. Mais nous avons fait, de décembre à mai, c'est-à-dire pendant une période de cinq mois, des essais qui nous ont donné toute satisfaction, avec de l'eau contenant 100 à 200 grammes de sel par litre.

En Algérie, les récipients qui conviennent le mieux pour cet usage sont les cuves ou amphores en ciment, analogues à celles utilisées pour le vin. On les remplit d'olives par couches successives en les salant et on les recouvre d'eau. Il faut seulement avoir soin de placer une claie à la partie supérieure pour les empêcher de remonter et d'être attaquées par les moisissures. Avec les olives saines, la quantité d'huile qui passe dans l'eau est négligeable.

Les méthodes de conservation employées pour les olives destinées à la fabrication de l'huile s'appliquent aussi aux conserves (olives vertes, violettes ou noires); mais il faut, au préalable, enlever l'amertume (tanin) des fruits. On y arrive en plongeant les olives pendant quatre ou cinq heures dans une lessive alcaline (carbonate de potasse ou de soude caustique), contenant l'équivalent de 100 à 150 grammes de potasse par 10 litres d'eau.

On rince ensuite les olives à l'eau salée, d'abord faible, puis plus concentrée, jusqu'à ce que l'excès d'alcali ait disparu. On conserve ensuite dans une saumure contenant au moins 1 kilogramme de sel par 10 litres d'eau, qu'on peut aromatiser suivant les goûts.

Dans un deuxième article, nous examinerons la fabrication de l'huile, ses propriétés et l'utilisation des grignons.

J. Dugast,
Directeur de la Station agronomique d'Alger.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Vogel (Otto). — **Jahrbuch fur das Eisenhuttenwesen** (Annuaire de la Métallurgie du fer pour 1901). 2e *année.* — 1 *vol. in*-8° *de* 464 *pages avec* 43 *fig.* (*Prix :* 12 *fr.* 50.) *A. Bagel, éditeur, Dusseldorf*, 1903.

Tout le monde connaît le «Stahl und Eisen», cette revue métallurgique de Dusseldorf, organe des maîtres de forge allemands, dans laquelle un grand nombre de spécialistes et d'industriels viennent à l'envi décrire leurs procédés ou leurs méthodes, sans craindre les concurrents ou les imitateurs. Cette façon d'envisager l'industrie, sans mystère, et de travailler au grand jour a contribué certainement à développer, chez nos voisins, l'esprit d'initiative et d'entente qui vient encore de se manifester dernièrement par l'organisation du Syndicat général de l'acier. En tout cas, les progrès si considérables que nous constatons dans tant d'aciéries westphaliennes ou silésiennes ont été évidemment provoqués par la grande publicité apportée aux transformations successives de chacune d'elles. Aussi est-ce toujours avec beaucoup de fruit que les ingénieurs français, spécialisés dans la Métallurgie, consultent la revue allemande, et M. Henri Le Châtelier a si bien senti l'intérêt et même la nécessité d'une publication exclusivement consacrée à cette industrie considérable qu'il vient de créer récemment la *Revue de métallurgie*, à laquelle nous souhaitons, en passant, un succès identique à celui de sa devancière.

L'ouvrage dont il est question ici a été publié comme complément des articles parus dans le «Stahl und Eisen». C'est un résumé succinct, mais très complet, de toutes les littératures, allemande et étrangères, se rapportant à la science de l'ingénieur des usines à fer ou à acier. Le plan adopté pour la répartition des questions est logique : après les généralités et la statistique, viennent les combustibles de toutes qualités et sous toutes les formes, depuis le bois jusqu'au gaz de fourneau, puis, naturellement, les appareils où ces combustibles sont employés, le matériel réfractaire et les scories. Les différents minerais sont ensuite décrits, puis les installations et méthodes pour produire les fontes de première et deuxième fusions, le fer soudé et le fer fondu, que nous entendons plus généralement sous le nom d'acier; enfin, les procédés qui se rapportent aux transformations si nombreuses du métal, pour lesquelles interviennent le forgeage, le laminage, le soudage, l'étamage, la galvanisation, l'émaillage, etc. L'étude des propriétés des fers et aciers et des nombreux moyens de contrôler leurs qualités termine cette longue série de documents de l'histoire si fertile et si récente de la Sidérurgie.

Ce n'est pas la première fois que nous avons à louer l'idée ingénieuse qui consistait à grouper, en un certain nombre de pages, toutes les publications parues pendant une période de temps déterminée sur ces questions si pleines d'intérêt pour un métallurgiste, afin de lui faciliter les recherches et lui faire gagner un temps précieux. Déjà, depuis de longues années, paraît deux fois par an un résumé similaire dans le journal de la puissante société «Iron and Steel Institute», publié sous l'active et intelligente impulsion de son secrétaire, M. Bennett H. Brough. Le livre allemand de M. Otto Vogel en est l'imitation, mais il comporte plus d'ampleur. Le style est soigné, les analyses fort claires, et certaines descriptions sont accompagnées de figures explicatives très utiles à consulter. Certes, personne n'était mieux qualifié que le rédacteur du «Stahl und Eisen» pour conduire à bien cet important travail et y continuer les excellentes traditions de son journal. On remarquera que chacun des nombreux chapitres du volume est suivi de la nomenclature des brevets allemands, autrichiens ou américains, pris sur les questions qui y sont décrites. Il faut espérer que, dans les prochaines éditions d'un ouvrage annuel, dont le succès durable est assuré, il ne sera pas fait de sélection à ce point de vue et que les brevets, de quelque nationalité qu'ils soient, y trouveront également place, du moment qu'ils auront une certaine valeur.

Nous terminerons nos éloges sur ce livre très intéressant en exprimant le vœu de le voir paraître désormais dans le courant de l'année qui suit celle où sont relevées les diverses publications. Cela exigera de l'auteur un travail encore plus ardu, mais il en sera récompensé par l'intérêt plus grand que les lecteurs attacheront à un ouvrage devenu alors tout à fait actuel.

Emile Demenge,
Ingénieur-métallurgiste.

Witz (Aimé), *Professeur à la Faculté libre des Sciences de Lille.* — **Traité théorique et pratique des Moteurs à gaz et à pétrole** (4e *édition, refondue et entièrement remaniée*). *Tome II.* — 1 *vol. grand in*-8° *de* 1135 *pages.* (*Prix des* 2 *volumes* : 30 *fr.*) *E. Bernard, éditeur, Paris*, 1904.

Ce volume forme, avec celui que nous avons récemment analysé ici même[1], l'édition complète.

La plus grande partie en est consacrée à la monographie détaillée des moteurs, dont le premier volume a donné l'histoire et la classification. Dans cette revue, où figurent, avec leurs caractéristiques judicieusement établies, tous les types construits et parfois même simplement conçus, nous signalerons, parmi les moteurs à gaz, les moteurs Kœrting et van Echelhaeuser, qui donnent une si bonne solution du problème des moteurs puissants; le moteur Letombe à admission variable et surcompression corrélative, à simple, double et même triple effet; le moteur compound Roser-Mazurier, qui a été appliqué en automobilisme, et le moteur Genty, de la Société des Industries économiques, compound à gaz et à vapeur, qui n'a pas été encore construit.

Parmi les moteurs à pétrole, celui de M. Diesel, conçu comme moteur thermique universel, pour marcher aux gaz riches et pauvres, aux pétroles légers et lourds, et aux combustibles solides pulvérisés, ne fonctionne bien qu'avec les pétroles; en revanche, tous ces derniers, même les schistes sirupeux, donnent de très bons résultats. Aussi ne sera-t-on pas surpris d'apprendre que, pendant l'année 1903, la Compagnie d'Augsbourg a mis en marche 244 cylindres Diesel, d'une puissance totale de 8.750 chevaux, en grande partie destinés à la Russie. Ce pays possède plus de la moitié des moteurs Diesel construits jusqu'ici; l'Allemagne en a gardé un quart. Cela s'explique par le bas prix du pétrole dans ces deux pays. En France, ce combustible est trop cher pour qu'on puisse l'employer dans les grandes installations. Pourtant, la Société française des moteurs Diesel et la Compagnie française des moteurs à gaz, les deux concessionnaires pour notre pays des brevets allemands, ont construit quelques moteurs de ce genre, notamment pour des torpilleurs de notre marine.

[1] *Rev. gén. des Sc.*, tome XV, p. 154.

Le moteur Banki, à quatre temps, à haute compression, avec injection d'eau pour empêcher les allumages anticipés, qui a permis, avec une puissance de 25 chevaux, d'obtenir le cheval-heure effectif moyennant 221 grammes de benzine, n'est pas encore devenu assez pratique pour prendre dans l'industrie la place que ces résultats semblent lui promettre.

Cette grande multiplicité de descriptions individuelles demandait à être complétée par des rapprochements synthétiques, aboutissant à une étude plus générale et à une discussion des divers dispositifs. Nul n'était plus qualifié que M. Witz pour faire cette critique, qu'il a rendue éminemment instructive.

Dans un dernier chapitre sont étudiées les diverses applications des moteurs à gaz et à pétrole.

Ils conviennent parfaitement à la petite industrie; ils commencent à prendre une place importante dans la grande. Au quadruple point de vue du prix de revient, de la sécurité de fonctionnement, de la régularité de la marche et de la consommation d'eau, les moteurs à gaz peuvent avantageusement entrer en lutte avec la machine à vapeur, dans des conditions déterminées; dans certains cas spéciaux, ils doivent lui être préférés.

Les moteurs à gaz sont souvent employés dans les stations centrales : le développement des alternateurs semble avoir marqué pour eux un temps d'arrêt dans cette application; pourtant, on a démontré récemment qu'ils pouvaient très bien actionner ces machines électriques.

Les deux volumes forment une œuvre complète, très remarquable.

GÉRARD LAVERGNE,
Ingénieur civil des Mines.

2° Sciences physiques

Hildebrandsson (H. Hildebrand), *Professeur à l'Université royale et Directeur de l'Observatoire météorologique d'Upsal, et* **Teisserenc de Bort** (L.) *Météorologiste titulaire au Bureau Central, Directeur de l'Observatoire de Météorologie dynamique.* — **Les bases de la Météorologie dynamique : Historique. Etat de nos connaissances.** — *2 vol in-4° (6 fascicules, dont 5 parus, les 1er, 2e, 4e, 5e et 6e). Paris, Gauthier-Villars*, 1898-1903.

L'ouvrage de MM. Hildebrandsson et Teisserenc de Bort est une revue historique et critique de ce qu'est la *Météorologie dynamique* au début du XXe siècle. M. Teisserenc de Bort est, avec M. Rotch, de Blue Hill, le savant qui a le plus activement préconisé et le plus pratiqué les sondages de la haute atmosphère par ballons-sondes et cerfs-volants. M. Hildebrandsson, membre du Comité météorologique international, est surtout connu par ses beaux travaux sur les nuages : nul n'a dépouillé et critiqué avec plus de sagacité les observations de nuages faites, depuis de longues années, dans les divers observatoires du Globe.

La Météorologie dynamique est, avant tout, l'étude des perturbations atmosphériques, de leurs lois et de leurs effets. Il ne semble pas que cette branche de la science puisse jamais atteindre au degré de rigueur qui est la caractéristique de l'Astronomie. Une perturbation atmosphérique — bourrasque, cyclone, orage — se produira quand certaines conditions seront réalisées : mais naîtra-t-elle ici ou là, à telle heure ou à telle autre? Il paraît bien y avoir ici, entre la cause qui déclanche le mécanisme, et les résultats, cette disproportion qui est le fond même de la notion de contingence, une notion qui n'a pas de place — on pourrait dire plus justement : qui n'a *plus* de place — en Astronomie, au moins dans l'étude de notre système solaire tel qu'il nous apparaît aujourd'hui. La connaissance des lois générales auxquelles obéissent les perturbations, leur propagation, leur évolution, n'en est pas moins objet de science : où en est cette science à l'heure présente, et par quelles méthodes de discussion des observations elle se fait, tel est l'objet du présent livre.

Les deux premiers fascicules retracent à grands traits l'histoire de la Météorologie, depuis Halley, Hadley et Maury, jusqu'à notre époque. Quelques pages documentées sont consacrées à l'œuvre de Dove, l'une des personnifications les plus nettes de ce type de savant qui a fait dans une branche de la science d'importantes découvertes, mais dont l'autorité devient ensuite le plus sérieux obstacle au progrès de cette science même. C'est sa conception de la lutte entre « le courant équatorial » et « le courant polaire », par laquelle il expliquait tous les changements de temps en Europe, qui a longtemps empêché les travaux de Brandes, d'Espy et de Loomis, sur les « tempêtes tournantes » de nos régions, d'être appréciés à leur valeur. Si le terme de « courant équatorial » a été repris depuis lors par certains météorologistes français, comme De Tastes, du moins ces météorologistes n'ont pas méconnu le rôle des grands mouvements tourbillonnaires qui, pour eux, sont les bouées entraînées par le courant; et, par ailleurs, cette dénomination de *courant équatorial* paraît même aujourd'hui devoir être rejetée, s'il est établi que le grand courant d'air chaud et humide qui nous arrive du sud-ouest ne vient pas d'au delà du tropique.

Un des chapitres les plus intéressants est consacré à la grande œuvre de Le Verrier; il s'agit ici beaucoup moins d'une œuvre scientifique propre, que d'une œuvre d'organisation, à laquelle la Météorologie doit d'être entrée dans une voie nouvelle. Les difficultés que rencontra Le Verrier dans l'organisation du service télégraphique international, difficultés dont il triompha à force de ténacité, celles qui découragèrent en Angleterre l'amiral Fitz-Roy, moins prudent que Le Verrier et trop empressé à donner prématurément des dépêches de « *prévision* », au lieu de télégraphier de simples *indications* d'où les intéressés devaient déduire leur prévision, les travaux de Buys-Ballot en Hollande, ceux de Buchan en Ecosse, de Jellinet en Autriche, de Mohn en Norvège, toute cette partie décisive de l'histoire de la Météorologie, qui va de 1850 à 1872, est exposée avec des citations nombreuses et caractéristiques, illustrée par des reproductions exactes de documents de cette époque, premières cartes « barométriques et anémométriques » de Le Verrier, « Synoptic Charts » du Service météorologique anglais, cartes du « Storm Atlas » de Mohn, etc.; et l'on a ainsi un tableau très vivant de la part prise par les diverses nations d'Europe à cette œuvre générale, dont la France a été l'initiatrice.

La partie historique se termine par un chapitre relatif à la vapeur d'eau dans l'atmosphère : on y trouvera étudiés les travaux de Renou et de Kämtz, qui ont établi que la condensation pure et simple ne saurait donner de la pluie, ceux de Hann sur la théorie du *fœhn* et du *sirocco*, produits par courants aériens descendants, théorie qu'ont vérifiée avec une remarquable précision les travaux de M. Marchand à l'Observatoire du Pic du Midi; enfin, les recherches si importantes d'Aitken sur le rôle des noyaux de condensation dans la production du brouillard.

Une troisième livraison, qui n'a pas encore paru, donnera la distribution des divers éléments météorologiques de la surface du Globe.

La première livraison du second volume (4e de l'ouvrage) aborde, d'après les documents actuels, l'étude de la distribution des éléments météorologiques autour des minima et des maxima barométriques. Il n'est pas possible de résumer en quelques lignes ces pages qui contiennent elles-mêmes un si grand nombre de résultats d'observations : inclinaison du vent par rapport aux isobares sur terre et sur mer, variation de cette inclinaison à l'avant et à l'arrière d'une dépression, relation entre la force du vent et le gradient barométrique, ces divers points sont traités sans le secours d'aucune considération théorique, mais simplement par la discussion des annales d'observatoires. Peut-être

ne serait-il pas hors de propos d'observer, au sujet de la relation entre le vent et le gradient, que si l'on n'est parvenu qu'à des formules empiriques s'appliquant à des moyennes, c'est qu'on n'a pas assez remarqué que, dans le régime variable, il ne saurait y avoir une relation déterminée entre la force du vent et le gradient où n'entrent pas les dérivées de l'une ou de l'autre de ces grandeurs par rapport au temps. La règle proposée par M. Gabriel Guilbert, — et qu'on peut énoncer en disant que, si le vent est plus fort que celui qui correspondrait au gradient actuel en régime permanent, c'est que ce gradient diminue, tandis qu'il augmente en cas de vent trop faible pour ce gradient, — cette règle peut assurément être discutée et regardée comme une règle approchée trop simple ; il n'en est pas moins vrai que le principe qu'elle invoque et qui consiste à introduire la variation avec le temps des éléments en présence est difficilement contestable, et qu'il y aurait intérêt à s'en inspirer dans le classement et la discussion des observations.

Sur la hauteur verticale à laquelle atteignent les cyclones, les observations des vents et des nuages à diverses hauteurs apportent aussi des indications; mais, sur ce point particulier, certainement, de nouvelles recherches sont nécessaires. Ce n'est pas le moindre mérite du livre, de permettre au lecteur de distinguer les questions définitivement résolues, celles qui ne le sont pas encore, et celles pour lesquelles on possède, dès à présent, quelques éléments de solution.

La cinquième livraison est entièrement consacrée aux trajectoires des dépressions et des cyclones, et la sixième à l'important problème de la circulation générale de l'atmosphère.

Au-dessus de la région des calmes équatoriaux souffle en permanence un vent d'est, de 30 à 40 mètres par seconde. Entre cette région et les tropiques, soufflent, au ras du sol, les alizés, au-dessus, les contre-alizés, qui viennent du nord-ouest dans l'hémisphère austral, du sud-ouest dans l'hémisphère boréal. Mais, en avançant vers le nord, le contre-alizé de notre hémisphère devient vent d'ouest, et à la latitude du tropique souffle franchement suivant le parallèle, sans se prolonger en aucune façon au nord du tropique. Au delà de la région des calmes tropicaux, marquée par un maximum de pression barométrique, commence la circulation propre de la zone tempérée, où l'air tourne constamment de l'ouest à l'est, ainsi que l'a établi pour la première fois le P. Dechevrens. Il y a, autour des basses pressions polaires, une circulation d'ensemble, pareille à celle qui se produit autour du centre d'un cyclone; on a, dans les couches inférieures, un mouvement de rotation avec composante centripète, ce qui correspond aux vents de sud-ouest de nos régions, et, dans les couches plus élevées de l'atmosphère, un mouvement de rotation avec composante centrifuge ; c'est ce que met en évidence l'étude du mouvement des cirrus qui, dans notre zone tempérée, viennent, en moyenne, du nord-ouest.

Comment s'opère la transition entre ces diverses zones échelonnées de l'équateur au pôle nord? Et comment se fait le passage du courant supérieur au courant inférieur? Autant de questions qui sont encore incomplètement résolues.

Nous espérons avoir donné une idée de la richesse de documentation de l'ouvrage. Volontairement restreint à une partie spéciale de la Météorologie, il ne traite ni des méthodes d'observation, ni des synthèses théoriques, ni du problème pratique de la prévision. En revanche, il montre bien, par une discussion plus détaillée des observations que ne peuvent la donner les traités les plus complets, comment se fait la science météorologique, quel est le degré de certitude auquel elle peut légitimement prétendre, et aussi quelles questions s'imposent avec une particulière urgence à l'attention des observateurs.

BERNARD BRUNHES,
Directeur de l'Observatoire du Puy-de-Dôme.

3° Sciences naturelles

Fritel (P. H.), *Attaché au Muséum d'Histoire naturelle de Paris.* — **Paléobotanique (Plantes fossiles).** (*Histoire naturelle de la France*, 24e *bis Partie*). — 1 *vol. pet. in*-8° *de* IV-347 *pages avec* 412 *fig. et* 36 *planches.* (*Prix : 6 fr.*) *Les fils d'Emile Deyrolle, éditeurs. Paris*, 1903.

La Paléobotanique est, à coup sûr, l'une des branches de l'Histoire naturelle qu'il est le plus difficile de présenter sous une forme vraiment élémentaire, à raison de l'état de dissociation et de fragmentation sous lequel se rencontrent presque toujours les restes des plantes antérieures à l'époque actuelle et des difficultés toutes spéciales qu'en offre, par suite, la détermination. Aussi faut-il savoir un gré particulier à M. Fritel d'avoir cherché à donner, sous une forme accessible à tous, une idée au moins approchée de ce qu'a été la végétation de notre pays, aux différentes époques de son histoire géologique.

Le petit volume, très substantiel, qu'il vient de publier dans la série de l'*Histoire naturelle de la France*, comprend d'abord un résumé géologique général, avec indication des caractères essentiels de la flore de chaque étage, ainsi que des principaux gisements à végétaux fossiles de la France, classés suivant leurs niveaux respectifs. L'auteur donne ensuite, pour chacun des terrains et des horizons où ont été recueillies des plantes fossiles, la description, accompagnée de bonnes figures, des espèces les plus fréquemment rencontrées; les formes spécifiques ainsi décrites sont au nombre total de 539. Il y a malheureusement à relever, du moins en ce qui regarde les flores paléozoïques et secondaires, quelques erreurs de détail ou omissions qu'il eût été facile d'éviter, telles que l'absence, pour la flore autunienne, de toute mention relative aux gisements classiques des environs d'Autun, ou l'inscription dans la flore silurienne du fameux *Eopteris* des ardoises d'Angers, dans lequel Saporta, après en avoir fait une Fougère, avait lui-même reconnu de simples dendrites pyriteuses. Par contre, les flores tertiaires, étudiées avec un grand développement, car elles occupent près des deux tiers de l'ouvrage, ne donnent prise à aucune critique sérieuse, et ont été traitées par l'auteur avec une grande sûreté de documentation.

L'ouvrage de M. Fritel est de nature, dans son ensemble, à aider très utilement à la diffusion des connaissances paléobotaniques, et ceux qui peuvent avoir l'occasion de rencontrer des empreintes végétales trouveront en lui un premier guide de nature à les encourager à des récoltes et à des études trop délaissées jusqu'ici dans notre pays, mais qui, pour cette raison même, réservent aux chercheurs attentifs plus d'une précieuse découverte.

R. ZEILLER,
Membre de l'Institut.
Inspecteur général des Mines.

Anglas (J.), *Préparateur de Zoologie à la Sorbonne.* — **Les Animaux de Laboratoire : la Grenouille.** (*Anatomie et dissection*). — 1 *vol. gr. in*-8° *de* 30 *pages, avec* 7 *planches coloriées.* (*Prix* : 5 *fr.*). *Schleicher frères et Cie, éditeurs, Paris*, 1904.

Ce volume est le premier d'une série intitulée : les Animaux de laboratoire, qui comprendra cinq autres volumes, consacrés à l'Ecrevisse, la Sangsue, l'Escargot, la Souris, la Carpe ; il est destiné à faciliter aux étudiants en sciences naturelles et en médecine à la fois la pratique de la dissection élémentaire et l'interprétation des organes rencontrés au cours de celle-ci. Les planches coloriées sont formées de feuillets découpés et superposées, suivant un système bien connu, mais qui est peut-être moins naturel qu'il ne paraît, car, les muscles mis à part, les organes s'enchevêtrent bien plus qu'ils ne se recouvrent; et il n'est pas certain qu'un étudiant comprenne mieux des planches superposées, toujours assez difficiles à manier, que de bonnes figures séparées des différents systèmes organiques.

Il n'aurait pas été mauvais, je crois, d'indiquer avec plus de précision les différences qui séparent les deux espèces de Grenouille que l'on dissèque habituellement (*Rana esculenta* et *temporaria*), pour inciter les étudiants à déterminer les animaux dont ils se servent; ce n'est jamais superflu, même pour les formes les plus communes, et rien n'est plus propre à donner le sens de l'observation fine et exacte.

Les planches sont accompagnées d'un texte qui donne l'anatomie succincte de la Grenouille, ainsi que des indications techniques; je ferai remarquer à M. Anglas qu'il n'y a pas de trou pariétal chez les Batraciens actuels (on n'en voit un que chez les Stégocéphales), et qu'il existe deux vomers et une unique vertèbre sacrée; peut-être aussi aurait-il été bon de signaler les sacs à cristaux qui se trouvent à droite et à gauche de la colonne vertébrale; enfin, une bonne indication technique est de disséquer l'animal, non dans de l'eau ordinaire, qui gonfle les organes, mais dans de l'eau salée à 1 %.

L. Cuénot,
Professeur à l'Université de Nancy

4° Sciences médicales

Castex (E.), *Agrégé des Facultés de Médecine, professeur de Physique Médicale à l'Université de Rennes, chef du Service d'Electrothérapie et de Radiographie de l'Hôtel-Dieu.* — **Précis d'Electricité médicale.** — *Un vol. in-12 de 672 pages et 208 figures dans le texte. (Prix : 8 fr.), F. de Rudeval, éditeur, Paris* 1903.

Nous ne nous plaindrons jamais qu'il y ait en France trop de livres d'Electricité médicale, surtout lorsqu'ils seront bien faits comme celui-ci. C'est, en effet, par le livre, autant, sinon plus, que par les travaux originaux, que se répand au dehors d'un pays la renommée de telle ou telle de ses Ecoles scientifiques. Voyez, il y a vingt ans, quels livres nous avions à opposer en France, en fait d'Electricité médicale, à ceux d'Erb, de Remak, de Ziemssen, de Piersons, etc. Aussi, qu'était-il arrivé ? C'est que tous ceux qui naissaient à l'électricité médicale avaient Erb pour livre de chevet, ne juraient que par lui et citaient d'abord son opinion, même s'ils ne la partageaient pas. La plupart allaient jusqu'à apprendre dans ces livres, les immortels travaux combien rétrécis et critiqués, de notre grand Duchenne de Boulogne. Et ce qui se passait en France avait lieu, à bien plus forte raison, dans les autres pays.

Aujourd'hui, on peut bien le dire sans fausse modestie, il existe une Ecole française d'Electricité médicale représentée brillamment, et par le nombre, et par la valeur. Cette Ecole s'est donné la peine, contrairement à ce qui se faisait autrefois, d'apprendre d'abord l'Electricité avant de l'appliquer à la Thérapeutique, et c'est ainsi que nous avons vu, à la place de la galvanisation du sympathique, qui tenait dans la technique de jadis la place de la thériaque dans la pharmacopée de l'avant-dernier siècle, c'est ainsi que nous avons vu, dis-je, toutes ces formes nouvelles de courant, toutes ces applications rationnelles, toutes ces méthodes basées sur la recherche expérimentale et clinique par lesquelles l'Electrothérapie tout entière a été transformée de fond en comble. Or, c'est par le livre, par le Précis aussi bien que par le gros Traité, que cette transformation, cette régénération, pourrait-on dire, doit être mise en lumière et il appartient à l'Ecole dont elle est sortie presque entièrement d'écrire ces précis et ces traités.

Ouvrez le livre d'Erb, la grande autorité d'il y a vingt ans, et mettez-le à côté du livre que je me fais un plaisir de vous présenter aujourd'hui. Vous n'y trouverez rien de commun : technique, méthodes, instruments, bibliographie : tout est changé. Et il en est de celui-ci comme de ceux qui l'ont précédé en France. Je veux bien que ce soit l'œuvre du progrès, mais il y a peut-être autre chose : cette autre chose, c'est la manière de voir, de travailler, c'est le clair esprit de la nouvelle Ecole française d'Electricité médicale.

C'est dans tous les bons travaux de cette Ecole, sans ostracisme et sans préférence, que M. Castex a puisé pour faire son livre, et il faut l'en complimenter. Il a eu l'idée heureuse d'y réunir, non seulement l'Electrothérapie proprement dite, mais encore la Radiologie et la Photothérapie. Ce sont là de bien gros morceaux, évidemment; mais, comme le dit M. Castex dans sa préface, tout cela est réuni en France dans un même service dans la plupart des hôpitaux, au moins en dehors de Paris, et je ne crois pas que ces hôpitaux s'en trouvent plus mal. C'est rationnel à tous les points de vue, et c'est économique comme organisation matérielle. D'ailleurs, ne savons-nous pas aujourd'hui que toute l'Electricité médicale se divise en deux grandes sections : les *Applications directes* de l'Electricité à la Médecine, et les *Applications indirectes*. M. Castex a traité de toutes les applications directes et de quelques applications indirectes les plus importantes, les rayons X et la photothérapie. Il l'a fait avec méthode, avec clarté, non seulement comme quelqu'un qui sait, mais, bien mieux, comme quelqu'un qui sait enseigner.

J. Bergonié,
Professeur de Physique biologique
et d'Electricité médicale
à l'Université de Bordeaux.

Bernard (Léon), *Chef de Clinique médicale à la Faculté de Paris.* — **Les Méthodes d'exploration de la Perméabilité rénale.** — *1 vol. de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire. Masson et Cie, éditeurs. Paris*, 1904.

Grâce aux méthodes que lui fournissent la Physique et la Chimie, la Médecine tend de jour en jour vers des données plus précises. Par l'emploi des chiffres et de la méthode graphique, le clinicien arrive à rendre objective l'étude d'une maladie.

Le « Manuel » de M. Léon Bernard rend compte des nouveaux modes que le laboratoire a mis à notre disposition pour évaluer le degré de perméabilité des reins.

Dans un premier chapitre, l'auteur passe rapidement en revue les résultats fournis par « *l'Analyse chimique* » et la « *Densimétrie* », méthodes déjà anciennes, mais qui restent les plus solides et les moins susceptibles d'être abandonnées.

Puis il discute la méthode préconisée par Bouchard pour mesurer la toxicité urinaire, par l'injection intraveineuse d'urine à un lapin, jusqu'à intoxication mortelle. Il montre que les conditions importantes de la technique expliquent le désaccord entre les divers expérimentateurs au sujet du coefficient urotoxique normal.

Au chapitre troisième, M. Léon Bernard aborde l'emploi de la cryoscopie pour l'examen des urines. Ayant exposé avec impartialité les conceptions de Koranyi, puis de Claude et Balthazard, l'auteur développe sa propre méthode, basée sur le point cryoscopique, non seulement de l'urine mais du sérum sanguin, ainsi que sur l'établissement du Rapport $\frac{\Delta \text{ urine}}{\Delta \text{ sérum}}$.

Au chapitre suivant, M. L. Bernard montre l'emploi utile de la méthode de « *l'Elimination provoquée* ». Le procédé de MM. Achard et Castaigne est exposé en détail : injection de un centimètre cube de bleu de méthylène sous la peau du malade; puis examen de l'intensité, de la prolongation, du retard, dans l'élimination de ce colorant par les urines.

M. Léon Bernard a rendu service en réunissant en un petit volume les conditions techniques et les conceptions théoriques propres à populariser ces différentes méthodes. Chacune d'elles explique une partie du problème de l'élimination urinaire; mais, tandis que certaines, telles que l'Analyse et la Densimétrie, sont d'un usage immédiat dans la pratique médicale, les autres restent des modes de compréhension variés de la fonction des reins, plus propres à éclairer le chercheur qu'à guider le praticien.

François Dehérain,
Interne des hôpitaux.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 25 Avril 1904.

M. G. **Bigourdan** est élu membre de la Section d'Astronomie. — M. **Gordan** est élu Correspondant pour la Section de Géométrie.

1° Sciences mathématiques. — M. L. **Zoretti** démontre les théorèmes suivants : Si le domaine d'existence d'une fonction analytique est borné, elle admet nécessairement des coupures. Dans un cercle quelconque entourant un point-coupure d'une fonction analytique, cette fonction admet nécessairement des coupures. — M. P. **Ditisheim** a essayé de déterminer la différence de longitude entre les Observatoires de Paris et de Neufchâtel par le transport de chronomètres à ancre peu sensibles aux secousses. La moyenne des valeurs trouvées est de 18^m28^s80; la détermination directe a donné, en 1877, 18^m28^s55. — M. H. **Poincaré** : Rapport de la Commission chargée du contrôle scientifique des opérations géodésiques de l'Equateur (p. 384). — M. P. **Chofardet** présente ses observations de la comète 1904 *a* (Brooks) faites à l'Observatoire de Besançon, avec l'équatorial coudé. — M. **Salet** communique ses observations de la même comète, faites à l'Observatoire de Paris. — M. G. **Fayet** a calculé les éléments provisoires de la comète Brooks. — MM. **M. Farman**, **Em. Touchet** et **H. Chrétien** ont cherché à déterminer la hauteur des Léonides en novembre 1903 en les observant simultanément en deux stations distinctes. La moyenne des hauteurs d'apparition a été de 103,6 km., celle des hauteurs de disparition de 75,8 km. — M. **Edm. Maillet** communique ses recherches sur les coefficients de tarissement des débits des décrues des rivières. La décrue semble surtout soutenue par l'égouttement des terres et les sources éphémères qui en résultent.

2° Sciences physiques. — MM. **A. Jacquerod** et **F.-L. Perrot** ont constaté que le point de fusion de l'or au thermomètre à azote à volume constant (avec ampoule de silice), à une pression initiale de 200 millimètres environ, est voisin de 1.067°. Les coefficients de dilatation de l'air, de Az, O et CO entre 0 et 1.000° sont excessivement voisins. — MM. **Ph.-A. Guye** et **Ed. Mallet** ont reconnu qu'on peut utilement adopter, comme valeur probable d'un rapport atomique, la moyenne arithmétique corrigée par la règle de M. E. Vallier. Cette méthode, appliquée aux résultats des expériences de M. Morley sur le rapport O : H, donne O = 15, 8787 pour H = 1, ou H = 1,00764 pour O = 16. — M. **P. Lemoult** a déterminé les chaleurs de combustion à pression constante de quelques amines cycliques et a trouvé un accord satisfaisant avec les nombres calculés par sa théorie. — M. **A. Dufour** a constaté que l'hydrogène et le silicium s'unissent directement et en très faible proportion à une température supérieure à celle de la fusion du Si, en donnant de l'hydrogène silicié $Si\,H^4$. — M. **H. Pécheux** a préparé par fusion trois alliages d'Al et de Pb à 93, 95, et 98 °/₀ d'Al. Ils sont inoxydables à l'air humide. Ils sont attaqués à froid par HCl, KOH et SO^4H^2 concentrés. — M. **Hanriot** : Sur l'or colloïdal (voir p. 520). — M. L. **Robin** a extrait des fleurs de mimosa une matière colorante jaune pouvant être utilisée comme indicateur pour l'alcalimétrie ou l'acidimétrie ; elle convient particulièrement à la recherche de traces d'acide borique. — M. V. **Grignard** a constaté que le dérivé magnésien du bromophénétol n'est pas stable ; il en est probablement de même pour les composés magnésiens analogues dérivés d'éthers-oxydes de phénols arylaliphatiques. — M. **Lespieau**, en fixant 2 atomes de Cl ou Br sur l'acide vinylacétique, a obtenu des acides butyriques substitués en β et en γ ; ceux-ci, par perte d'hydracide, fournissent des acides crotoniques γ-substitués et même la lactone oxy-crotonique. — M. R. **Fosse**, en traitant le carbonate de β-naphtyle par un carbonate alcalin, a obtenu la dinaphtopyrone, d'après l'équation ;

$$2CO(O.C^{10}H^7)^2 = CO^2 + 2C^{10}H^7OH + C^{10}H^6\begin{matrix}\diagup CO \diagdown \\ \diagdown\ \ O\ \ \diagup\end{matrix}C^{10}H^6.$$

— M. L. **Hugounenq** a extrait de l'œuf du Hareng une albumine nouvelle, la *clupéovine*, donnant par hydrolyse de nombreux acides amidés. Au contraire, la clupéine du sperme de hareng fournit par hydrolyse surtout des produits basiques.

3° Sciences naturelles. — M. A. **Charrin** a reconnu que l'autolyse d'un viscère engendre des troubles morbides par des procédés multiples : atteintes portées à la fonction capitale de ce viscère, disparition de principes utiles (diastases) à des actes physiologiques, genèse ou augmentation de composés nuisibles. — M. F. **Garrigou** montre que l'action thérapeutique de certaines sources minérales provient de l'état colloïdal des métaux qu'elles renferment, état qui en fait de véritables oxydases. — M. **Bercut** présente un appareil mécanique permettant la trépanation et le massage vibratoire. — M. Ph. **Eberhardt** a observé, sur la flore de l'île de Long Island, l'influence d'une atmosphère très humide et chaude : augmentation de la croissance en hauteur, réduction de l'appareil radiculaire, grand développement de la surface foliaire. — M. L. **Ravaz** montre que la brunissure est un cas particulier de l'appauvrissement de la plante amené par la production ; on l'évitera en faisant usage de fumures riches en potasse. — M. E. **de Martonne** retrace l'évolution du plateau de Mehedinti (Roumanie). — M. J. **Welsch** a étudié les failles et les ondulations des couches secondaires et tertiaires dans la vallée inférieure du Loir. Il y a deux systèmes principaux de dislocations : l'un est dirigé O.-N.-O., à peu près suivant la direction sud-armoricaine ; l'autre est dirigé du S.-O. au N.-E.

Séance du 2 Mai 1904.

La Section de Minéralogie présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante par le décès de M. Fouqué : 1° M. **Ch. Barrois** ; 2° M. **Douvillé** ; 3° MM. **J. Bergeron**, **M. Boule**, **E. Haug**, **L. de Launay**, **P. Termier** et **F. Wallerant**.

1° Sciences mathématiques. — M. J. **Guillaume** présente ses observations de la comète Brooks (1904 *a*) faites à l'équatorial coudé de l'Observatoire de Lyon. — M. P. **Duhem** démontre que les petites oscillations de l'action extérieure n'ont qu'une influence négligeable sur les oscillations d'un système dont le coefficient de viscocité est grand par rapport à l'amplitude de ces oscillations. — M. Ch. **Renard** décrit un nouvel appareil destiné à la mesure de la puissance des moteurs ; il est fondé sur les lois de la résistance de l'air et porte le nom de moulinet dynamométrique. — M. **Séjourné** signale une disposition nouvelle intéressante adoptée pour le Pont Adolphe, à Luxembourg. La largeur totale de 16 mètres est obtenue, non par une voûte unique, mais en établissant à chaque tête un pont de $5^m,25$ de largeur et recouvrant d'un plancher en béton armé l'intervalle entre ces deux ponts.

2° Sciences physiques. — M. G. **Lippmann** a constaté que l'action du magnétisme terrestre sur une tige d'acier invar destinée à un pendule géodésique est

complètement négligeable devant l'action de la pesanteur; il y a donc tout avantage à substituer le métal invar au laiton. — Le **P. Colin** a observé les éléments magnétiques en 23 stations au sud et à l'est de Tananarive; tous les éléments sont irréguliers ou anormaux. — M. **P. Vaillant** montre que les écarts parfois considérables qu'on obtient dans les observations spectrophotométriques sont d'autant plus grands que l'absorption du corps coloré varie plus rapidement dans l'intervalle du spectre considéré. — M. **V. Crémieu** étudie la sensibilité de sa balance azimutale. — M. **B. Brunhes** montre que le sens de la rotation des cyclones et tourbillons aériens ou d'eaux courantes est déterminé par la force centrifuge composée due à la rotation terrestre et par la durée de rotation. Dans l'hémisphère nord et pour des durées de rotation atteignant ou dépassant 5 à 10 secondes, il y a prédominance des tourbillons sinistrorsum. — MM. **A. Brochet** et **J. Petit** ont observé que le platine se comporte comme le fer et le cobalt vis-à-vis du courant alternatif et se dissout avec la plus grande facilité dans les cyanures. — M. **Alb. Colson** a reconnu que les actions chimiques qui émettent des rayons N sont toujours accompagnées d'actions physiques (contraction, refroidissement, etc. qui agissent dans le même sens. — MM. **P.-Th. Muller** et **Ed. Bauer** ont été conduits par divers procédés physico-chimiques à attribuer à l'acide cacodylique et à son sel de soude la même constitution; il s'ensuit qu'un corps amphotère n'est pas nécessairement un pseudo-acide. — M. **A. Dufour** a observé que la silice est réduite à haute température par l'hydrogène; il se fait de l'hydrogène silicié et de l'eau : la réaction inverse est possible. — M. **H. Pécheux** a obtenu par fusion des constituants 9 alliages bien définis : Zn^3Al, Zn^2Al, $ZnAl$, $ZnAl^2$, $ZnAl^3$, $ZnAl^4$, $ZnAl^6$, $ZnAl^{10}$ et $ZnAl^{12}$. Ils sont tous attaqués par HCl à froid. — MM. **L. Vignon** et **A. Simonet**, par action du chlorure de diazobenzène sur la diphénylamine, ont obtenu le phényldiazoamidobenzène $C^6H^5Az : Az.Az(C^6H^5)^2$, fondant à 47°.

M. **E.-E. Blaise** est parvenu à différencier nettement les cétones allylées et propénylées par l'action de l'hydroxylamine, de la semicarbazide et du brome.

M. **L. Bouveault** a appliqué la réaction de Grignard aux éthers halogénés des alcools tertiaires; la réaction n'a lieu bien qu'entre 5 et 15°. La solution magnésienne absorbe CO^2 sec et fournit l'acide correspondant. — M. **M. Descudé** a préparé l'oxyde de méthyle bichloré symétrique $ClCH^2.O.CH^2Cl$ par l'action du PCl^3 sur le méthanal polymérisé. Le produit de la réaction bout à 102-105°. — M. **M. Nicloux** décrit un procédé mécanique d'isolement des substances contenues dans les cellules végétales. — MM. **Em. Bourquelot** et **H. Hérissey**, en hydrolysant l'aucubine par les acides, ont obtenu du dextrose et une nouvelle substance $C^7H^9O^3$, qu'ils nomment *aucubigénine*. Les feuilles d'*Aucuba* renferment un ferment capable de dédoubler l'aucubine : c'est de l'émulsine.

3° Sciences naturelles. — M. **A. Calmette** a constaté que quelques venins renferment, outre la neurotoxine commune à tous les venins, une hémorragine. Il serait donc utile de préparer des sérums antivenimeux polyvalents, actifs à la fois contre la neurotoxine et l'hémorragine. — M. **Aug. Charpentier** confirme, par l'étude des rayons N émis par le nerf, l'existence d'oscillations rapides dans le nerf excité. — M. **C. Spiess** a observé, dans le tube digestif de l'Aulastome, des différenciations épithéliales qui sont dues à l'influence de son régime alimentaire carnivore et de sa voracité bien connue. — M. **C. Viguier** signale des exemples d'hybridations anormales chez les Oursins. — MM. **H. Coupin** et **J. Friedel** ont constaté que le *Sterigmatocystis versicolor* se développe normalement dans le liquide Raulin, sans acide tartrique. Son mycélium est de couleur rouille : il sécrète un pigment qui peut aller du jaune clair au carmin intense. — M. **R. Gallerand** a étudié une moelle de palmier (Satranabe) qui sert de nourriture aux Sakalaves; elle renferme de l'amidon et une proportion relativement forte de substances albuminoïdes (10,5 %). — M. **M. Guédras** signale l'existence d'un filon stannifère en Lozère, à proximité d'un important gîte de barytine.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 26 Avril 1904.

M. **A. Laveran** présente un Rapport sur deux Mémoires de M. **L. Cazalbou** relatifs à deux trypanosomiases des animaux en Afrique. L'une, la *Mbori*, particulière aux dromadaires, a pour agent un Trypanosome voisin de *Tr. Evansi* et de *Tr. Brucei*, qui est transmis par une mouche, le *Tabanus soudanensis*. L'autre, la *Soumaya*, atteint surtout les Bovidés; elle a pour agent un Trypanosome voisin du précédent, propagé aussi par un *Tabanus*. — M. **Ch. Monod** présente un Rapport sur un Mémoire du Dr **Lagarde**, relatif à un instrument destiné à faciliter les injections interstitielles de paraffine. La paraffine solide y est soumise à une forte pression et sort de l'aiguille à l'état mou, ce qui permet de lui donner facilement la forme voulue. — M. **J. Boeckel**, dans un cas de paralysie de la branche profonde du nerf radial, après traumatisme, a recherché les extrémités sectionnées du nerf, les a suturées, et a obtenu une bonne guérison.

Séance du 3 Mai 1904.

L'Académie procède à l'élection d'un membre titulaire dans la Section d'Hygiène publique, Médecine légale et Police médicale. M. **Netter** est élu.

M. **A. Manouvriez** montre que l'affection connue sous le nom d'*anémie des mineurs* est, en réalité, une maladie parasitaire, une *ankylostomiase*, qui se manifeste presque exclusivement chez les mineurs, parce que les galeries de mines présentent seules la température élevée nécessaire au développement des larves de ce parasite, originaire des pays chauds. — M. **Raymond** présente un malade atteint de myopathie scapulo-humérale, qui l'empêchait complètement de se servir de ses membres supérieurs. On a alors suturé l'omoplate aux 5e et 6e côtes, de façon à donner aux muscles non atrophiés un point d'appui suffisamment solide pour récupérer tout ou partie de leurs fonctions. Trois mois après l'opération, le malade peut de nouveau se servir de ses bras.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 16 Avril 1904.

MM. **M. Doyon** et **N. Kareff** montrent que l'atropine ne provoque pas l'incoagulabilité du sang par une action directe sur ce liquide ; elle agit par l'intermédiaire du foie. — M. **A. Giard** relève quelques inexactitudes d'un travail de Mlle H. Richardson sur les Bopyriens. — Le même auteur a étudié la parthénogénèse artificielle par dessèchement physique. Celui-ci paraît agir en modifiant les rapports du noyau et du protoplasme. — M. **Ch. Féré** : Rôle des attitudes et des mouvements associés dans le travail à l'ergographe, et influence du changement de rythme sur le travail suivant l'état de fatigue. — M. **L. Grimbert** recherche l'urobiline dans l'urine par le procédé de Roman et Delluc appliqué à l'urine déféquée par la méthode de Denigès. — M. **G. Marinesco** a étudié les lésions des neuro-fibrilles consécutives à l'anémie provoquée par la ligature de l'aorte abdominale. — M. **A. Billet** a aussi observé l'hémogrégarine nouvelle décrite par M. Ducloux dans le sang de l'*Emys leprosa*. — M. **R. Gaultier** a constaté qu'à l'état normal, quand l'alimentation est mixte et l'intestin sain, la réaction des fèces est toujours neutre. Le régime hydro-carboné et l'insuffisance des sécrétions glandulaires entraînent une réaction acide des fèces. — M. **J.-B. Piot-bey** a observé une hyperthermie cadavérique chez des bœufs égyptiens ayant succombé à la piroplasmose (malaria bovine). — M. **Ch. Nicolle** a trouvé une hémogrégarine à action karyoly-

.nte chez le *Gongylus ocellatus*. — M. J. **Rehns** a étudié le mode d'action des cytotoxines *in vivo*. Les globules rouges atteints par le fixateur injecté ne rencontrent pas d'alexine libre dans le plasma. — M. P. **Salomon** n'a pu, avec le liquide provenant d'une gomme syphilitique, provoquer l'infection syphilitique. Chez un singe inoculé avec ce liquide, on a ultérieurement, avec une lésion syphilitique jeune, déterminé l'apparition d'un chancre induré. — MM. M. **Doyon** et N. **Kareff** : Effet de l'ablation du foie sur la coagulabilité du sang (voir p. 463). — M. **Dufourt** a constaté que l'absorption des alcalins augmente la quantité de l'urée par rapport à l'azote total de l'urine. — M. C. **Pagès** préconise l'emploi du pistolet de Stahel pour l'abatage des bœufs; il donne la mort instantanément et sans souffrance. — M. G. **Moussu** montre que, chez des vaches laitières qui n'ont pas de gros signes cliniques de tuberculose, la mamelle peut laisser passer ou éliminer des bacilles en quantité suffisante pour infecter des sujets d'expérience. — M. J. **Perraud** : Sur la perception des radiations lumineuses chez les papillons nocturnes (voir p. 463). — M. C. **Hervieux** a recherché l'indoxyle dans le sang; le sang de la veine cave en renferme plus que celui des veines coliques. C'est l'inverse qui se produit pour la présence de l'indol; la veine colique renferme même un peu de scatol. — MM. A. **Gouin** et P. **Andouard** ont constaté que le régime alimentaire, chez les Bovidés, influe beaucoup sur l'hydratation des tissus du corps; le bicarbonate de soude, en particulier, augmente fortement l'hydratation. — M. E. **Brumpt** décrit une espèce nouvelle de mouche tsé-tsé provenant de l'Afrique centrale, qu'il nomme *Glossina Decorsei*. — Le même auteur montre, d'autre part, que la *Filaria Loa* Guyot est la forme adulte de la microfilaire désignée sous le nom de *Filaria diurna* Manson. — M. J. **Lesage** a reconnu que la dose mortelle pour le chien de l'adrénaline injectée en solution dans les veines est intermédiaire entre 0,1 et 0,2 mgr. par kilog. — M. R. **Bayeux** conclut de ses mesures sur l'oxyhémoglobine que les combustions organiques diminuent à mesure que l'altitude augmente. M. L. **Lapicque** estime que la méthode de Hénocque ne peut donner sur ce point que des résultats absolument illusoires. — Mlle A. **Drzewina** décrit la structure de l'organe lymphoïde de l'œsophage chez les Sélaciens. — M. Alb. **Branca** a observé de curieux corpuscules sidérophiles dans le revêtement épithélial du fourreau de la langue chez le *Tropidonotus natrix*. — Le même auteur montre que les glandes intra-épithéliales de l'urètre antérieur se rapportent à deux types : les unes, petites et nombreuses, occupant la paroi de la lacune; les autres, rares mais volumineuses, siégeant au fond. — MM. P. **Nobécourt** et G. **Vitry** ont étudié les modifications des solutions chlorurées sodiques dans les différentes portions de l'intestin du lapin. — MM. J. **Camus** et P. **Pagniez** ont constaté qu'il existe une hypohémoglobinie musculaire qui ne dépend pas directement de la teneur du sang en hémoglobine, mais surtout de l'état général du sujet.

Séance du 23 Avril 1904.

MM. E. **Bourquelot** et H. **Hérissey** : Sur l'aucubine (voir p. 518). — M. J. **Aloy** a constaté la coexistence des actions oxydantes et réductrices dans les extraits d'organes d'oiseaux, de carpe, d'écrevisse, d'huître et de ver de terre. — MM. P. **Bar** et R. **Daunay** ont trouvé que, chez les femmes enceintes, le carbone urinaire s'est accru par rapport à l'azote; il l'est davantage chez les multipares que chez les primipares. — M. G. **Bohn** a observé qu'une alimentation abondante favorise la croissance des embryons de grenouilles et retarde la transformation en têtard; la suppression brusque de l'aliment détermine une transformation immédiate. Les têtards provenant d'œufs insolés sont plus gros que ceux qui proviennent d'œufs non insolés. — M. J. **Lesage** a remarqué que le chat présente, vis-à-vis de l'adrénaline, une résistance beaucoup plus grande que le chien; la dose mortelle est de 0,5 à 0,8 mgr. par kilog. — M. A.-M. **Bloch** présente un appareil, l'endéchomètre, permettant de mesurer les bruits fournis par la percussion médicale. — MM. J. **Ville** et E. **Derrien** indiquent dans quelles conditions l'emploi du procédé de Mohr au dosage du chlore urinaire peut donner des résultats comparables. — M. E. **Maurel** montre que, d'une manière générale, l'azote uréique est fonction de l'azote absorbé et, jusque dans une certaine mesure, de l'azote ingéré. Dans les conditions de la ration moyenne d'entretien, tout l'azote alimentaire, sauf environ 0 gr. 10 par kilog de poids, se retrouve dans les urines et à l'état d'urée. — M. E. **Brumpt** a reconnu que la maladie désignée sous le nom d'*Aino* par les Somalis de l'Ogaden est une trypanosomiase probablement identique au Nagana de l'Afrique orientale. — Le même auteur décrit une maladie, connue sous le nom de *peste du cheval*, qui frappe ces animaux en Abyssinie; les symptômes et les lésions ressemblent beaucoup à ceux de la péri-pneumonie. — M. A. **Herpin** a étudié la distribution des veines dans le rein chez le veau, le cochon et le mouton. — M. Ch. **Schmitt** a constaté l'existence, dans la peau, de ferments oxydants et réducteurs, qui jouent un rôle dans la formation des pigments. — MM. J. **Chenu** et A. **Morel** montrent que les parathyroïdes externes contiennent beaucoup moins d'iode que le corps thyroïde (4 fois moins chez le chien). — M. L. **Nattan-Larrier** décrit les myélocytes basophiles du foie fœtal. — MM. A. **Chassevant** et M. **Garnier** ont étudié la toxicité des dérivés carboxylés du benzène. Une seule substitution COOH diminue la toxicité du noyau; deux substitutions déterminent une toxicité voisine de celle du benzène.

Séance du 30 Avril 1904.

M. J. **Rehns** a observé que le carmin finement broyé en suspension dans l'eau salée peut fixer d'assez grandes quantités de toxine tétanique. On peut injecter à des lapins jusqu'à 500 doses mortelles de cette toxine ainsi neutralisée sans accidents et sans production d'antitoxine. — MM. E. **Toulouse** et **Damaye** ont constaté une prédominance très nette des états morbides similiaires chez les collatéraux par rapport aux parents. — MM. Ed. **Toulouse** et Cl. **Vurpas** signalent la longue durée de l'élévation thermique dans la fièvre émotive et sa persistance longtemps après la disparition de l'émotion. — M. R. **Dubois** a observé la formation de *cultures minérales* à la suite du dépôt d'une particule de baryum sur un bouillon gélatineux. — M. C. **Spiess** étudie les différenciations épithéliales du tube digestif d'*Haemopis sanguisuga* sous l'influence du régime alimentaire. — MM. A. **Gilbert**, M. **Herscher** et S. **Posternak** présentent un appareil pour le dosage de la bilirubine dans le sérum sanguin. — M. M. **Nicloux** décrit un procédé mécanique d'isolement des substances cellulaires. — Le même auteur montre que la substance active, douée de propriétés lipolytiques, contenue dans la semence de ricin, est le cytoplasma, à l'exclusion de tous les autres éléments de la graine. — M. A. **Branca** décrit la transformation de la spermatide en spermatozoïde chez l'Axolotl. — M. E. **Maurel** montre que notre organisme peut se suffire avec 0 gr. 01 de CaO et 0 gr. 005 de MgO par kilog de poids. Ces quantités sont contenues normalement dans nos aliments habituels. — M. J. **Lesage** a reconnu que chez le chien, anesthésié ou non, la mort dans l'empoisonnement par injection intra-veineuse d'adrénaline est rapide; elle a lieu par arrêt du cœur. — MM. M. **Loeper** et **Cantonnet** ont observé des variations rapides du volume de l'œil à la suite de modifications apportées à l'équilibre moléculaire du sang. — M. D. **Jacobsohn** a constaté que les bacilles tuberculeux rendus fluorescents ne donnent plus avec la tuberculine l'ascension thermique caractéristique de 2 degrés. — M. **Ambard** a provoqué expérimentalement l'œdème chez les animaux par des injections pratiquées vingt heures après ligature des uretères; on observe d'abord

de l'œdème périviscéral, puis intermusculaire, puis cutané. — MM. **A. Charrin** et **Léri** ont observé que, dans les hémisphères cérébraux de nouveau-nés issus de mères malades, il peut exister des hémorragies. — MM. **M. Doyon** et **N. Kareff** montrent que l'ablation d'une seule glandule parathyroïde chez la Tortue d'Afrique est sans effet; la destruction des deux glandules provoque la paralysie et la mort. — M. **Pariset** a constaté que l'injection de suc pancréatique dans le sang porte augmente parfois du simple au double la quantité de sucre dans la veine sus-hépatique. — MM. **P. Carnot** et **P. Amet** ont étudié l'absorption des solutions salines par l'intestin. L'absorption de NaCl n'est nullement proportionnelle à l'absorption d'eau. — M. **P. Wintrebert** a étudié la régénération des membres postérieurs chez l'Axolotl après ablation de la moelle lombo-sacrée; elle peut être obtenue chez l'adulte comme chez la larve en dehors des centres médullaires.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séance du 12 Avril 1904.

M. **R. Brandeis** a examiné le liquide céphalo-rachidien dans quatre cas de zona; il a trouvé, chaque fois, de la lymphocytose. — MM. **Coyne** et **Cavalié** ont observé des lésions constantes dans l'intoxication par l'iodoforme et par le chloroforme. Par l'iodoforme, il y a néphrite parenchymateuse subaiguë, avec nécrose et abrasion de l'épithélium par places; par le chloroforme, on rencontre une congestion intense avec glomérulite. — M. **M. Cavalié** a étudié les ramifications nerveuses dans les lames de l'organe électrique du *Torpedo galvani*.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE MARSEILLE

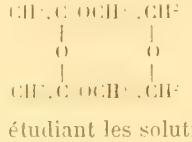
Séance du 19 Avril 1904.

MM. **Alezais** et **Bricka** ont étudié les altérations des muscles du chien dans la rage; elles paraissent plus profondes aux membres postérieurs qu'aux membres antérieurs. — MM. **A. Raybaud** et **Vernet** ont observé deux cas de splénomégalie chronique avec anémie chez le nourrisson.

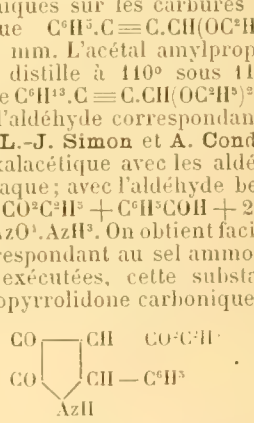
SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 22 Avril 1904.

M. **A. Kling** présente une note *sur le dimère de l'acétolate de méthyle* obtenu par l'action de CH^3OH sur le formiate d'acétol; il lui attribue la formule :



— M. **H. Hanriot**, étudiant les solutions d'or colloïdal obtenues par Henrich en traitant le chlorure d'or par la pyrocatéchine, a pu précipiter ces solutions par les acides. Le précipité, devenu insoluble dans l'eau, a la propriété de se redissoudre dans les alcalis en régénérant les solutions primitives. Celles-ci précipitent par divers sels métalliques en donnant des composés complexes renfermant du métal précipitant. Enfin, l'analyse de l'or colloïdal précipité a montré que ce n'est pas de l'or métallique, mais un composé riche en or (91,5) uni à une matière organique. — M. **R. Locquin** expose les résultats généraux de ses recherches sur la nitrosation des éthers β-cétoniques α-substitués, opération qui est susceptible de donner, comme on le sait, des *isonitrosocétones* $R.CO.C(:AzOH)R'$ ou des *oximes homopyruviques* $R'.C(:AzOH).CO^2R''$. On obtient les isonitrosocétones lorsqu'on fait intervenir les agents nitrosants sur les acides β-cétoniques, *en solution neutre*, tandis qu'on obtient toujours des oximes pyruviques lorsqu'on nitrose *au sein de l'alcoolate de soude* ou *en liqueur acide*. Il est particulièrement avantageux d'utiliser comme réactifs les éthers nitreux dans le premier cas, et les cristaux des chambres de plomb au sein de l'acide sulfurique concentré et refroidi à 0° dans le second cas. Les rendements en oximes homopyruviques ne sont alors jamais inférieurs à 85 % de la théorie, quel que soit le poids moléculaire considéré. M. Locquin montre comment il est amené à attribuer le sens de la réaction *à la forme* que prend, suivant les cas, la molécule de la matière première : la nitrosation de la forme *cétonique* donnerait les isonitrosocétones, tandis que la nitrosation de la forme *énolique* donnerait les oximes homopyruviques. Ces dernières, traitées par l'alcool saturé de gaz chlorhydrique ou par le bioxyde d'azote ou mieux encore par l'acide nitreux, sont transformées plus ou moins facilement en éthers $R'.CO.CO^2R''$, homologues supérieurs des éthers pyruviques, dont on ne connaissait jusqu'à présent que les deux ou trois premiers termes. — MM. **Ch. Moureu** et **R. Delange**, en faisant réagir l'éther de Kay sur les dérivés halogénomagnésiens des carbures acétyléniques $R.C\equiv CMgX$ (conformément à la réaction que MM. Bodroux et Tschitschibabin ont fait connaître dernièrement pour une série de dérivés halogéno-magnésiens ordinaires $R.MgX$), ont obtenu, avec de bons rendements, les acétals des aldéhydes acétyléniques $R.C\equiv C.CHO$, que les auteurs avaient déjà préparés par l'action directe des éthers formiques sur les carbures sodés. L'acétal phénylpropiolique $C^6H^5.C\equiv C.CH(OC^2H^5)^2$ distille à 144-145° sous 14 mm. L'acétal amylpropiolique $C^5H^{11}.C\equiv C.CH(OC^2H^5)^2$ distille à 110° sous 11 mm. L'acétal hexylpropiolique $C^6H^{13}.C\equiv C.CH(OC^2H^5)^2$ bout à 126-127° sous 12 mm. et l'aldéhyde correspondant à 90-92° sous 13 mm. — MM. **L.-J. Simon** et **A. Conduché** ont condensé l'éther oxalacétique avec les aldéhydes en présence d'ammoniaque; avec l'aldéhyde benzoïque on a : $CO^2C^2H^5.CH^2.CO.CO^2C^2H^5 + C^6H^5COH + 2AzH^3 = C^2H^5OH + H^2O + C^{13}H^{13}AzO^3.AzH^3$. On obtient facilement la substance acide correspondant au sel ammoniacal; d'après les recherches exécutées, cette substance serait un dérivé de la cétopyrrolidone carbonique :



Cette substance a des propriétés acides analogues à celles de l'éther oxalacétique et fournit, comme lui, phénylhydrazone et oxime. La réaction s'applique aux aldéhydes aromatiques et aux aldéhydes de la série grasse (furfurol, aldéhydes nitrobenzyliques, anisique, salicylique, vanilline, pipéronal, œnanthol, etc.). On peut remplacer dans la réaction l'ammoniaque par une base primaire, telle que la méthylamine ou l'aniline, mais pas par une base secondaire. Enfin, avec les dérivés de substitution de l'éther oxalacétique, la réaction suit un autre cours.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 18 Février 1904 (suite).

M. **G.-C. Simpson** présente ses recherches sur la *radio-activité atmosphérique aux latitudes élevées*. En 1901, Elster et Geitel ont découvert un gaz radio-actif dans l'atmosphère terrestre; ils ont indiqué une méthode pour le rechercher, ainsi qu'un étalon arbitraire au moyen duquel il peut être mesuré. Dans ce mémoire-ci, l'auteur donne les résultats d'une série de mesures faites, d'après la méthode d'Elster et Geitel, dans le village de Karasjok (Laponie). Les mesures ont été prises trois fois par jour, sans interruption, pendant quatre semaines, du 23 novembre au 19 décembre 1903; durant cette période, le Soleil ne s'est pas élevé au-dessus de l'horizon. Le principal résultat obtenu est la valeur très élevée atteinte par la radio-activité, la valeur moyenne pour le mois (A = 102) étant presque six fois plus élevée, et la valeur maximum (A = 432) presque sept fois plus élevée que les valeurs correspon-

dantes trouvées, dans le [centre] de l'Allemagne, par Elster et Geitel. L'analyse des résultats indique que les moyennes des observations faites le matin et l'après-midi sont presque égales (87 et 88 respectivement), tandis que la moyenne de celles du soir est beaucoup plus élevée (131), ce qui montre une période diurne. L'auteur a étudié avec soin l'effet des divers éléments météorologiques, mais il n'a pu découvrir aucun rapport entre la radio-activité et la hauteur du baromètre ou la température, quoique cette dernière ait varié considérablement (de —35° à +2,5° C). Au contraire, la quantité des nuages semble avoir une influence, la radio-activité en l'absence de nuage étant A = 130, lorsqu'il y a quelques nuages isolés A = 107, lorsque le ciel est complètement couvert A = 76. Les mesures de variation du potentiel, faites au moyen d'un électromètre auto-enregistreur concurremment avec celles de la radio-activité, n'indiquent aucune relation directe entre les deux. L'aurore boréale paraît aussi n'exercer aucune influence sur la radio-activité. Les résultats empruntent un intérêt particulier à la position septentrionale du lieu d'observation (69°20′ N. et 36′ E.) et ils jetteront quelque lumière sur la distribution géographique de la radio-activité atmosphérique. L'état de la terre fortement gelée, recouverte de neige sur plus de 100 milles à la ronde, constitue des conditions uniformes qui aideront à une juste compréhension de la source de l'émanation radio-active de l'air.

Séance du 25 Février 1904.

M. J. Y. Buchanan a déterminé *la compressibilité de quelques solides* : platine, or, cuivre, aluminium et magnésium. La compressibilité linéaire absolue a été mesurée à des pressions de 200 à 300 atmosphères et à des températures de 7 à 11° C.; les déterminations ont été faites par la même méthode qui a déjà servi à l'auteur pour le verre. Voici le résultat des expériences :

TABLEAU I. — ***Compressibilité de quelques corps.***

SUBSTANCE	ANNÉE	POIDS atomique	DENSITÉ	COMPRESSIBILITÉ linéaire	COMPRESSIBILITÉ cubique
Platine.	1904	194	21,5	0,1835	0,5505
Or.	—	197	19,3	0.260	0.780
Cuivre.	—	63	8.9	0.288	0.864
Aluminium. . .	—	27	2.6	0.558	1.674
Magnésium . .	—	24	1,75	1,054	3,162
Mercure	1875	200	13,6	1,33	3.99
Verre (flint) . .	1880	»	—	0,973	2,92
— — . .	1904	»	2,968	1.02	3.06
— allemand.	—	»	2,494	0,846	2.54

Dans le cas des cinq premiers métaux, la compressibilité augmente quand la densité et le poids atomique diminuent; mais il n'y a aucune raison de supposer que la compressibilité soit une fonction de ces deux facteurs. — **M. N.-H. Alcock** conclut de ses recherches *sur les phénomènes électro-moteurs des nerfs non médullés des Mammifères* : 1° Les nerfs non médullés présentent une variation négative et un courant de lésion environ trois fois plus grands que les phénomènes similaires dans les nerfs médullés du même animal; 2° La variation négative de ces nerfs subit une diminution progressive quand les stimuli se répètent; 3° La cause immédiate de cette diminution est un changement localisé au point d'excitation; 4° Les courants électrotoniques des nerfs non médullés sont très faibles (1/40e de ceux des nerfs médullés). — **M. R.-H. Elliott** a étudié l'action du venin du cobra indien sur l'organisme. Le venin du cobra agit directement sur le tissu musculaire des vaisseaux sanguins, ou par l'intermédiaire de ses terminaisons nerveuses vaso-motrices, en contractant les artérioles et élevant la pression artérielle. Le venin agit aussi directement sur le ventricule de grenouille isolé, le tuant en position de systole si la solution est concentrée, et le stimulant si la solution est faible. Le venin affecte puissamment le cœur isolé des Mammifères. En injections sous-cutanées mortelles faibles, le venin de cobra tue en paralysant le centre respiratoire; en injections intra-veineuses fortes, la respiration cesse aussitôt. — **MM. A.-E. Wright** et **S.-R. Douglas** ont montré antérieurement que la phagocytose qui a lieu quand des cultures de *Staphylococcus pyogenes* sont ajoutées au sang humain dépend directement de la présence de certaines substances (*opsonines*) dans le sang, qui exercent une action spécifique sur les bactéries. De nouvelles recherches sur le *rôle des fluides sanguins en rapport avec la phagocytose*, les auteurs concluent que l'action opsonique ne s'exerce pas uniquement sur le *S. pyogenes*, mais sur d'autres bactéries. En ce qui concerne l'action bactéricide du sang humain, les microbes pathogènes peuvent se diviser en quatre classes : 1° bactéries très sensibles à l'action bactéricide, bactériolytique et opsonique des fluides du sang humain normal : *B. typhosus*, *Vibrio cholerae Asiaticae*; 2° bactéries sensibles à l'action bactéricide de ces fluides, mais surtout très sensibles à leur action opsonique : *B. Coli* et *B. dysenteriae*; 3° bactéries absolument insensibles à l'action bactéricide, mais éminemment sensibles à l'action opsonique : *Staphylococcus pyogenes*, *B. pestis*, *Micrococcus melitensis*, *Diplococcus pneumoniae* de Fraenkel; 4° bactéries insensibles à la fois à l'action bactéricide et à l'action opsonique : *B. diphteriae* et *B. xerosis*. L'immunisation efficace contre le *Staph. pyogenes* dépend de l'élaboration d'une opsonine dans le système du patient inoculé; il doit probablement en être de même pour d'autres immunisations.

Séance du 3 Mars 1904.

MM. J. W. Gifford et **W. A. Shenstone** étudient les *propriétés optiques de la silice vitreuse*. Ils ont fait un certain nombre de mesures des constantes optiques de cette substance, qui, à cause de l'uniformité de sa composition, de sa grande transparence pour les radiations ultra-violettes et parce qu'elle ne peut être réfractée doublement comme le quartz, semble avec raison devoir jouer avant longtemps un rôle important dans les travaux d'optique. Pour le moment, elle est assez coûteuse, mais cette difficulté sera rapidement surmontée. Les prismes employés par les auteurs ont été construits par le procédé connu. L'uniformité du nouveau verre a été éprouvée en construisant un prisme composé de quatre lamelles de silice, préparées séparément, en les soudant l'une sur l'autre et en coupant alors un prisme dans la masse. Ce prisme, comparé avec un prisme similaire formé de quatre morceaux de verre borosilicaté (n° 0,364 de Schott), de la même fusion, a été trouvé bien supérieur dans ses propriétés au dernier. Le Mémoire renferme une courbe pour un doublet fin de fluorite achromatisée avec de la silice vitreuse, qui montre que la longueur focale de la combinaison est presque indépendante de la longueur d'onde, ainsi qu'une liste des longueurs focales pour une lentille de fluorite et de silice vitreuse et une table des dispersions partielles et proportionnelles de la fluorite, de la silice vitreuse et du quartz.

Voici quelques indices de réfraction pour la silice vitreuse :

LONGUEURS D'ONDE	INDICES	LONGUEURS D'ONDE	INDICES
7.930 (Rb).	1,453.398	E 5.270,11 (Fe).	1,460.994.5
A′ 7.682,45 (Kα).	1,453.891.5	F 4.861,49 (Hβ).	1,463.165
B′ 7.065,59 (He).	1,455.180	G′ 4.340,66 (Hγ).	1,466.850.0
C 6.563,04 (Hα).	1,456.414.7	H′ 3.961,68 (Al).	1,470.542
D 5.893,17 (Na).	1,458.477.2	3.610,66 (Cd).	1,475.112
A 5.607,1 (Pb).	1,459.507	3.302,85 (Zn).	1,480.610

LONGUEURS D'ONDE	INDICES	LONGUEURS D'ONDE	INDICES
3.034,21 (Sn) . .	1.486,881	2.144,45 » . .	1.533,898
2.748,68 (Cd) . .	1.496,311	2.098,8 (Zn) . .	1.538,547
2.573,12 » . .	1.503,707	2.062,0 » . .	1.542,71
2.445,86 (Ag) . .	1.510,96	2.024,2 » . .	1.547,21
2.312,95 (Cd) . .	1.519,373	1.988,1 (Al) . .	1.551,990
2.265,13 » . .	1.523,053	1.933,5 » . .	1.559,98
2.194,4 » . .	1.529,103	1.852,2 » . .	1.574,3

Coefficient thermique de la réfraction pour D pour 1° C. : 0.000.003.46.

— M. R. W. K. **Edwards** présente une échelle radiale de surfaces.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 20 Avril 1904

M. **Al. Scott** a constaté qu'à 98°,8 la densité de vapeur de l'hydrate d'hydrazine est de 15,8 au lieu de 25 comme le demanderait la formule $Az^2H^4.H^2O$, et qu'à 138° la dissociation en Az^2H^4 et H^2O est complète. — Le même auteur a trouvé que les volumes de CO et O qui se combinent pour former CO^2 sont relativement 1,9985 et 1 pour CO retiré de l'oxalate de Ca, et 1,9994 et 1 pour CO provenant de l'acide formique. Le poids atomique qu'on en déduit pour C est de 11,99. — M. **E.-H. Archibald** a déterminé à nouveau le poids atomique du rubidium, après avoir soumis son chlorure à une série de purifications, et a trouvé la valeur moyenne 85,49 (O=16). — M. **W.-H. Perkin jun.** a réalisé la synthèse du terpinéol inactif en chauffant l'éther de l'acide Δ^3-tétrahydro-p-toluique avec un excès de $MgCH^3I$ et traitant le produit par HCl dilué. Le terpinéol ainsi obtenu est converti en dipentène par digestion avec $KHSO^4$; d'autre part, il est transformé en hydrate de terpine par l'action de H^2SO^4. — MM. **F.-B. Power** et **F. Tutin** ont retiré des feuilles de *Gymnema sylvestre*, Asclépiadée de l'Inde, du quercitol lévogyre, en cristaux incolores, F.174°, $[\alpha] = -73°,9$. Il donne un dérivé penta-acétylé. — MM. **F.-B. Power** et **F.-H. Lees** ont déterminé la composition de l'huile essentielle du laurier de Californie. Ils y ont trouvé : de l'eugénol, du *l*-pinène, du cinéol, du safrol, de l'éther méthylique de l'eugénol, de l'acide vératrique et une nouvelle cétone cyclique non saturée, l'*umbellulone*, $C^{10}H^{14}O$, liquide, Éb. 219°-220°. — M. **F.-H. Lees** a étudié l'umbellulone isolée de l'essence de laurier de Californie. Elle fournit un dérivé dibromé instable $C^{10}H^{14}OBr^2$, qui perd HBr en formant une bromo-cétone non saturée $C^{10}H^{13}OBr$. Elle est oxydée par le permanganate à froid en donnant une lactone $C^9H^{12}O^2$. — M. **S.-H.-C. Briggs** a préparé une série de chromates et de molybdates doubles ammoniacaux, de formule $M^2_I\ M_{II}(RO^4)^2.2AzH^3$, où $M_I = AzH^4$ ou K, M_{II} = Cu, Zn, Cd, Co ou Ni, et R = Cr ou Mo. Il a obtenu, d'autre part, une série de chromates doubles hexahydratés, $M^2_I\ M_{II}(CrO^4)^2.6H^2O$, où M_{II} = Mg ou Ni, et M_I = K, Rb ou Cs. — MM. **C.-F. Cross** et **E.-J. Bevan** proposent de désigner sous les noms d'*hydracellulose* et d'*hydrocellulose* les produits extrêmes de l'action des alcalis et des hydracides sur la cellulose. — MM. **M.-O. Forster** et **H.-M. Attwell** ont préparé la bornylcarbimide $C^{10}H^{17}Az : C : O$ par l'action du nitrite de soude sur le nitrate de bornylcarbamide en suspension dans l'eau à 0°; c'est une substance cristalline fondant à 72°. — M. **Ch. Simmonds** a réduit divers silicates métalliques, en particulier celui de plomb, en les chauffant dans l'hydrogène. L'auteur nomme *silicites* les produits obtenus, qui sont presque inattaquables par les acides et les oxydants, et ne se dissolvent que dans HF et les carbonates alcalins en fusion. — MM. **J.-C. Crocker** et **F. H. Lowe** ont préparé divers picryluréthanes par l'action des cyanates, du chlorure de picryle et de l'alcool. — Mlle **M.-A. Whiteley** étudie l'action du chlorure de nitrosyle sur le malondiméthylanilide, qui conduit à la formation de dérivés tétra-substitués doués de propriétés intéressantes, dont l'auteur continue l'examen.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE LONDRES

Séance du 7 Mars 1904.

M. **H. de Mosenthal** communique ses recherches microscopiques sur la structure de la fibre de coton brut et de coton nitré. La fibre naturelle est constituée par une sorte de tube tordu, limité par deux membranes ou cuticules, l'une extérieure, l'autre intérieure, entre lesquelles se trouve une substance granulaire. Elle présente des couleurs brillantes en lumière polarisée. La fibre nitrée diffère peu d'aspect extérieur, mais elle est plus sombre en lumière polarisée. La fibre naturelle, réduite en pulpe, se dissout dans les solutions de certains sels métalliques, d'où elle est reprécipitée par l'acide acétique. Tous les cotons nitrés se dissolvent, en général, dans l'acétone, d'où ils sont reprécipités par l'eau; il semble qu'on soit ici en présence de solutions colloïdales. — MM. **W. Macnab** et **A. E. Leighton** ont déterminé les produits et la température relative de combustion de quelques poudres sans fumée. Les gaz qui se dégagent sont CO^2, CO, CH^4, H et Az. Voici la liste des poudres par ordre croissant de températures dégagées : canonite, Schultze, ambérite, poudre sans fumée de Kynock, rifléite, cordite, ballistite.

SECTION DE NOTTINGHAM

Séance du 24 Février 1904.

M. **F. Clowes** a déterminé la solubilité de l'oxygène dans l'eau de mer et dans des eaux de différents degrés de salinité. La solubilité diminue régulièrement à mesure que la quantité de NaCl augmente. La solubilité dans l'eau de mer augmente pendant quelque temps lorsqu'elle est soumise à une agitation énergique. — Le même auteur a déterminé la quantité de bactéries présentes dans l'eau de la mer du Nord, et l'effet des eaux de mer et de rivière ainsi que du traitement biologique sur la quantité de bactéries présentes dans les eaux d'égouts. L'eau de mer n'exerce aucune action inhibitrice sur la vie et la multiplication des bactéries; l'eau de la mer du Nord contient, en moyenne, 287 colonies de bacilles au centimètre cube. Dans un cas, les bactéries intestinales des eaux d'égout ont disparu de la rivière à 27 milles au-dessous du point où elles avaient été introduites dans le courant.

SECTION D'ÉCOSSE

Séance du 23 Février 1904.

M. **J. S. Ford** montre que la plupart des résultats extraordinaires obtenus par divers auteurs dans l'étude de l'amidon soluble et du pouvoir diastasique sont dus à la méconnaissance du rôle important de traces d'impuretés. L'action diastasique (amylolytique) atteint son maximum en solution neutre. L'asparagine et les divers sels ne renforcent pas l'action, à moins qu'elle n'ait subi une réduction préalable. L'influence retardatrice des acides dépend de leur dissociation, c'est-à-dire de la présence d'ions H libres. L'amidon soluble purifié, ou des amidons d'origine diverse, donnent des quantités égales de maltose avec des quantités égales de diastase. — M. **H. Ingle** a constaté que les composés organiques non saturés absorbent ICl de diverses solutions; il n'y a pas de substitution pendant la réaction de Wijs ou de Hubl. L'acide formé est dû à l'action de l'eau sur les iodochlorures; la quantité d'acide dépend probablement de l'ionisation et de l'hydrolyse subséquente des iodochlorures. La présence de groupes aromatiques et de groupes négatifs dans un composé non saturé, attachés à la liaison éthylénique, tend à diminuer son attraction pour ICl. Les iodochlorures sont réductibles par l'action d'une solution aqueuse de KI. — MM. **R. R. Tatlock** et **R. T. Thomson** communiquent leurs recherches sur les analyses et les varia-

tions de composition des eaux employées à la production de la vapeur.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Séance du 18 *Mars* 1904.

MM. **O. Lummer** et **E. Pringsheim** réalisent, devant la Société, des expériences illustrant la dispersion anomale au sein des gaz, en vue d'appeler l'attention sur les applications importantes que viennent de trouver ces phénomènes dans la Physique du Soleil et dans l'interprétation de certaines autres observations astrophysiques. Les auteurs viennent de constater la dispersion anomale sur un nombre considérable de lignes d'intensité moyenne dans des lampes à arcs colorés avec additions minérales différentes, et notamment sur 6 lignes du chrome, 3 lignes du magnésium, 8 lignes ultérieures du strontium, 2 lignes du sodium (abstraction faite des lignes D) et sur 32 lignes appartenant pour la plupart au calcium. Bien qu'ils aient été incapables de démontrer d'une façon absolument sûre la dispersion anomale dans le cas des lignes du fer, si importantes pour la Physique du Soleil, ils en ont trouvé des indications. Après avoir repris ces expériences au moyen d'une lampe à arc permettant de produire des arcs voltaïques dans une atmosphère d'hydrogène et à des pressions élevées, ils espèrent obtenir des résultats meilleurs avec le fer et certains autres éléments. — M. **E. Pringsheim** réalise ensuite quelques expériences de cours relatives à l'Optique. Il répète d'abord les expériences de M. Umow [1], où un coin de verre réflecteur était employé comme analyseur de lumière à polarisation rectiligne et pour démontrer la rotation du plan de polarisation dans des quartz à rotation droite et à rotation gauche. L'expérimentateur fait voir ensuite que l'eau troublée par une addition de solution alcoolique de colophane peut servir, dans un cylindre de verre, comme analyseur de lumière polarisée; il démontre, enfin, la rotation du plan de polarisation dans une solution de sucre troublée de la même manière; la lumière polarisée traversant la solution forme un ruban coloré en spirale. La projection des couleurs des lames minces en lumière transmise fait l'objet de la seconde expérience de M. Pringsheim. Après avoir produit, dans un anneau de fil circulaire et vertical, une membrane de solution de savon, il projette cette dernière en lumière transmise sur un écran blanc au moyen de la lumière à incidence normale provenant d'une lampe à arc. La lame mince ne montre pas de couleurs d'interférence, l'intensité des deux rayons interférents étant trop différente; alors qu'en effet l'un des rayons a subi une double réflexion, l'autre a été transmis directement par la lamelle de savon. Afin de réduire l'intensité des deux rayons au même ordre de grandeur, il faut augmenter le pouvoir de réflexion de la membrane de savon. C'est ce qu'on réalise en faisant arriver la lumière sous un angle incident considérable. En tournant l'anneau avec sa membrane autour d'un axe vertical, on voit à incidence croissante les couleurs se présenter d'abord très pâles, puis, à incidence très oblique, lumineuses et bien caractéristiques, disparaissant aussitôt que l'anneau revient en arrière.

ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE ROYALE DES LINCEI

Séances de Mars 1904.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **E. Millosevich** transmet à l'Académie ses observations sur les planètes NA et NB 1904, découvertes par Dugan à Königstühl à l'aide de la photographie. — M. **E. Cesàro** : Nouvelle théorie intrinsèque des espaces courbes. — M. **G. Fubini** : Sur les couples de surfaces applicables dans l'espace algébrique. — M. **O. Tedone** s'occupe du problème de l'équilibre élastique d'un cylindre circulaire indéfini. — M. **T. Levi Civita** : Sur l'équation de Képler.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. **R. Nasini** fait connaître les recherches que l'on est en train d'exécuter dans son laboratoire, à l'Université de Padoue, sur la radioactivité en relation avec la présence de l'hélium. Au cours de ces recherches, M. Pellini a remarqué une forte propriété radioactive dans le précipité barytique obtenu des boues et des eaux de Abano. La même propriété a été observée par M. Anderlini dans les matériaux donnés par les sondages dans les localités à émanations boriques de Larderello et dans le sulfate barytique provenant d'une roche du Vésuve où il existait de l'hélium et du baryum. — MM. **F. Angeli** et **G. Velardi** décrivent le procédé qui leur a permis d'obtenir directement le dérivé nitrique de l'indol, sans que ce dernier corps soit détruit par l'acide nitrique, et sans recourir à une voie indirecte en y introduisant à l'avance des radicaux négatifs. — Dans une autre Note, M. **Angeli**, avec la collaboration de M. **F. Angelico**, décrit les recherches faites ensuite sur les Az-oxindol, c'est-à-dire les indols où l'hydrogène iminique est remplacé par l'oxydrile. — MM. **A. Stefanini** et **L. Magri** ont étudié l'action du radium sur l'étincelle électrique, dont on savait déjà que les propriétés sont modifiées, dans la forme et dans le changement des pôles, par la lumière ultraviolette et par les rayons Roentgen. Les expériences exécutées en produisant la décharge entre de petites sphères et des pointes, en changeant leurs pôles, ont démontré que la décharge est facilitée ou empêchée par le voisinage du radium, en variant la distance et en changeant le signe de l'électricité de deux électrodes. — M. **R. Arnò** donne la description d'un appareil qu'il a imaginé pour révéler les ondes hertziennes; cet appareil devient très utile dans un laboratoire de physique, parce que, étant d'un emploi facile, il peut servir pour les mesures quantitatives. Probablement, on pourra l'employer comme récepteur télégraphique; en tout cas, il permettra de comparer les pouvoirs d'émission de différents transmetteurs dans la télégraphie sans fil avec ondes hertziennes.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. **A. Mosso** rend compte des expériences faites dans son laboratoire en plaçant un singe (*Papio annubis*) dans la grande cloche pneumatique, et en y produisant de fortes dépressions à l'aide de pompes qui en extraient l'air, laissant pourtant subsister une ventilation suffisante à la respiration de l'animal. En soumettant le singe à des dépressions rapides correspondant à la hauteur de 10.000 mètres, on le voyait devenir comme hébété, sommeiller et vomir; après cette première période, l'animal revenait vite à ses conditions normales, mais sans que l'on observât jamais des troubles dans sa respiration. La résistance du singe ne paraissait pas toujours la même, et quelquefois son état devenait inquiétant à une altitude de 8.000 mètres seulement; mais, avec la répétition des dépressions, le singe montrait une résistance croissante. M. Mosso insiste sur l'admirable structure des poumons, qui empêche que des troubles profonds se produisent, aux fortes dépressions, dans la circulation. M. Mosso ajoute quelques observations faites sur les modifications de la respiration et du sang, sur deux singes, au sommet du Mont Rose et dans le laboratoire de Turin. — M. **C. de Stefani** décrit les particularités d'une coupe géologique obtenue dans une carrière près de Rome, et des stratifications marines qui se trouvent dans cette coupe. — M. **C. Rimatori** a examiné plusieurs échantillons de blende de Sardaigne, ajoutant à ces recherches analytiques l'usage du spectroscope; il a reconnu que des échantillons contenaient en forte proportion l'indium, accompagné quelquefois par des traces de gallium.

ERNESTO MANCINI.

[1] *Ann. d. Physik* (4), t. II, 72-77. 1900.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 23 Avril 1904.

1° Sciences mathématiques. — M. **P. H. Schoute** : *Projections régulières de polytopes réguliers.* L'auteur énonce des théorèmes généraux d'après lesquels chacun des trois polytopes réguliers de l'espace à n dimensions peut se projeter, pour n pair sur $\frac{1}{2}n$ plans, et pour n impair sur $\frac{1}{2}(n-1)$ plans et une droite perpendiculaire entre eux, suivant des polygones réguliers, ou des polygones réguliers et un segment de droite portant à ses extrémités la projection des moitiés des sommets. La démonstration de ces théorèmes paraîtra dans les *Archives du Musée Teyler.* — M. D. J. Korteweg présente trois communications : 1° au nom de M. **L. E. J. Brouwer** : *La transformation symétrique de l'espace* E_4 *en rapport avec les espaces tridimensionaux* E_d *et* E_g. Complément de la communication précédente (*Rev. gén. des Sc.*, t. XV, p. 423); ici les indices d et g signifient « droite » et « gauche ». Démonstration géométrique du théorème : Deux positions symétriques l'une de l'autre de l'espace E_4 admettent un couple de plans de coïncidence; dans l'un de ces deux plans, rectangulaires l'un à l'autre, les figures correspondantes sont congruentes; dans l'autre, elles sont symétriques l'une de l'autre ; — 2° Au nom de M. **E. Jahnke** (de Berlin) : *Bemerkung zu der am 27. Februar 1904 vorgelegten Notiz von Herrn Brouwer* (Remarque sur la note présentée le 27 février 1904 par M. Brouwer). Réclamation de priorité. M. Jahnke prétend que les résultats trouvés par M. Brouwer ont été publiés par lui en 1896 et 1901 ; — 3° Au nom de M. **L. E. J. Brouwer** : *Déduction algébrique de la décomposabilité du mouvement continu autour d'un point fixe en* E_4 *en ceux en deux* E_3. Ici M. Brouwer fait voir qu'il y a une grande différence entre les théorèmes qu'il a communiqués à la séance du 27 février et ceux de M. Jahnke. Ce que M. Jahnke appelle rotation élémentaire (*Elementardrehung*) n'est pas une rotation, mais une transformation symétrique, ne jouissant pas de la propriété de former un groupe. Enfin, il démontre par l'Analyse les résultats obtenus précédemment par la Géométrie.

2° Sciences physiques. — M. **H. A. Lorentz** : *Les phénomènes électromagnétiques dans un système se mouvant avec une vitesse quelconque, inférieure à celle de la lumière.* La question de savoir si la translation d'un système, comme, par exemple, celle due au mouvement annuel de la Terre, a quelque influence sur les phénomènes électriques et optiques, peut être résolue assez facilement, pour autant qu'on suppose que toutes les quantités, où entre le carré du rapport de la vitesse w de translation et la vitesse c de la lumière, peuvent être négligées. Au contraire, le problème devient beaucoup plus difficile dans les cas où une influence de l'ordre $\frac{w^2}{c^2}$ se fait sentir encore. L'expérience d'interférence de Michelson forme le premier exemple généralement connu de cette nature; pour expliquer que, dans ce cas même, la transformation n'a pas d'influence, il faut supposer, comme l'ont démontré Fitz Gerald et l'auteur, que les dimensions des solides varient un peu à cause du mouvement à travers l'éther en repos. Récemment, on a fait des expériences où entrent également les quantités du second ordre. D'abord, MM. Rayleigh et Brace ont examiné si, par suite du mouvement de la Terre, un corps devient biréfringent, supposition vraisemblable eu égard aux petites variations mentionnées des dimensions; toutefois, les résultats de ces expériences ont été négatifs. Ensuite, MM. Trouton et Noble se sont demandé si un condensateur chargé, dont les plaques sont inclinées par rapport à la direction du mouvement terrestre, subit l'action d'un couple, comme l'exige la théorie des électrons. Pour s'en convaincre, il suffit d'imaginer un condensateur, l'éther figurant comme matière diélectrique; alors un calcul assez facile fait voir qu'un couple $\frac{U}{c^2} w^2 \sin 2\alpha$ tâche de faire tourner le condensateur de manière que les plaques deviennent parallèles à la direction de la translation, si U représente l'énergie du condensateur et α l'angle entre la normale des plaques et la direction de la translation. Seulement, quoique le condensateur pendu à une balance de torsion, employé par MM. Trouton et Noble, fût sans doute assez sensible pour accuser le couple indiqué, ils n'ont observé aucune déviation. Donc, les expériences mentionnées rendent souhaitable d'attaquer encore une fois le même problème. Mais il y a plus. Dans les *Rapports du Congrès de Physique* de 1900, t. I, p. 22-23, M. Poincaré a observé que la théorie des phénomènes électriques et optiques dans des solides en mouvement a quelque chose d'artificiel en ce qu'elle a été obligée de recourir à une hypothèse nouvelle pour l'explication de l'expérience de M. Michelson et que cette nécessité pourrait très bien se répéter plusieurs fois. Sans doute, il serait plus satisfaisant de pouvoir déduire de certaines hypothèses fondamentales que plusieurs actions électromagnétiques sont indépendantes de la translation, non seulement jusqu'aux quantités du premier ou du second ordre, mais pour une valeur quelconque de la vitesse. L'auteur a fait une première tentative dans cette direction (*Rev. génér. des Sc.*, t. XI, p. 658); il se croit en état de la répéter ici avec l'espérance de plus de succès. Il y suppose que la vitesse de translation est quelconque, que seulement elle ne surpasse pas celle de la lumière. Ses calculs se basent sur les équations fondamentales de la théorie des électrons (voir l'article « Weiterbildung der Maxwell'schen Theorie, Electronentheorie » de l'auteur, dans la *Mathematische Encyclopädie*, tome V, § 21 *a*). Chemin faisant, il suppose que les électrons, sphériques dans l'état de repos, changent de forme à cause de la translation, de manière que les dimensions dans la direction de la translation deviennent kl fois, celles dans les directions perpendiculaires à la translation deviennent l fois plus petites, l'élément de volume conservant sa charge. De plus, il suppose que la loi des forces électriques dans un système électrostatique s'applique tout aussi bien aux forces entre les particules de matière sans charge qu'à celles entre ces particules et les électrons déformés en ellipsoïdes de révolution aplatis dont l'axe indique la direction de la translation. A l'aide de ces hypothèses, il rend compte des résultats de MM. Rayleigh et Brace et de MM. Trouton et Noble; de plus, ces considérations satisfont à ce qu'a exigé M. Poincaré : elles sont indépendantes de l'ordre de grandeur du quotient $\frac{w}{c}$. Le travail se termine par quelques réflexions sur la détermination des masses longitudinale et transversale d'un électron par M. Abraham et la confirmation de ces calculs par les mesures de M. Kaufmann sur l'influence des forces électriques et magnétiques sur les rayons du radium, etc.

(A suivre.) P. H. Schoute.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

15e ANNÉE N° 11 15 JUIN 1904

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Stanley et son œuvre africaine. — Sir Henry Morton Stanley, de son nom patronymique John Rowlands, né le 10 juin 1840 à Denbigh (pays de Galles), décédé à Londres le 9 mai 1904, a accompli six voyages en Afrique. En 1867-1868, il participa, en qualité de correspondant militaire du *New-York Herald*, à la campagne des Anglais en Abyssinie contre le roi Théodore.

Envoyé ensuite, par le directeur du même journal, à la recherche de Livingstone, dont on était depuis longtemps sans nouvelles, il arrive à Zanzibar en janvier 1871, atteint, par la route ordinaire des caravanes arabes, Oujiji sur le Tanganika, y rencontre Livingstone le 10 novembre 1871, le ravitaille, passe quatre mois en sa compagnie et revient à Zanzibar le 7 mai 1872. L'année suivante, il suivit, de nouveau comme correspondant, les opérations de la guerre des Anglais contre les Achantis.

Ces trois voyages avaient bien préparé Stanley à la grande et mémorable expédition qu'il accomplit de 1874 à 1877. Le *Daily Telegraph* et le *New-York Herald* mettent de larges crédits à sa disposition. Il arrive à Zanzibar le 21 septembre 1874, y recrute une véritable armée de porteurs, et, le 17 novembre, « l'Expédition anglo-américaine », forte de 356 hommes, quitte Bagamoyo. Stanley gagne le lac Victoria, puis l'Ouganda, aperçoit le lac Muta Nzigé, revoit Oujiji, traverse le Tanganika, et atteint la ville arabe de Nyangoué établie sur ce Loualaba, découvert cinq ans auparavant par Livingstone et resté depuis l'une des énigmes de la géographie africaine. Le 22 novembre 1876, Stanley s'embarque sur « ce chemin qui marche », décidé à se laisser porter par lui dans le Nil, dans le désert ou dans l'Atlantique. Le 9 août 1877, il arrivait à Boma : le Congo était découvert.

En qualité d'agent politique de l'*Association internationale du Congo*, Stanley passa les années 1879 à 1884 dans l'immense région qu'il venait d'ouvrir à l'activité européenne.

Enfin, son dernier voyage en Afrique eut pour prétexte le ravitaillement d'Emin Pacha, gouverneur de la province équatoriale du Soudan égyptien, coupé de toute relation avec le monde civilisé par suite du soulèvement mahdiste. Stanley quitte Londres le 31 janvier 1887, débarque une fois de plus à Zanzibar, y rassemble des porteurs, fait le périple de l'Afrique par le Cap, remonte le Congo, l'Arouhimi et rencontre une première fois Emin sur la rive sud-ouest du lac Albert le 29 avril 1888. Il retourne sur ses pas pour rechercher son arrière-garde, puis revient au lac Albert et y retrouve Emin, mais destitué de sa charge de gouverneur par ses soldats révoltés. Il le ramène à Bagamoyo, où l'Expédition arriva le 4 décembre 1889.

Par ces voyages, Stanley a augmenté les connaissances des géographes sur trois régions africaines : Tanganika, Haut-Nil et Congo. En faisant le tour du Tanganika, il en a beaucoup précisé la configuration, restée fort indécise, malgré les travaux de Speke et de Burton (1857-1859). On connaissait le nom de la rivière Roussisi, mais on croyait qu'elle transportait dans le lac Albert les eaux du Tanganika. Stanley a établi qu'elle est non pas un émissaire, mais un tributaire, et formulé l'hypothèse, depuis reconnue exacte, qu'elle apporte au Tanganika les eaux d'un lac inconnu, le Kivo (ou Kivou).

Dans le système du Haut-Nil, Stanley, en accomplissant la circumnavigation du lac Victoria, a démontré l'existence d'une *seule* nappe lacustre, et ruiné la théorie, alors en faveur, d'une pluralité de petits lacs séparés.

Il a découvert le troisième grand lac nilotique, le Muta Nzige (surnommé l'Albert-Edouard en l'honneur du prince de Galles, aujourd'hui Edouard VII), établi que ce lac communique avec l'Albert par la rivière Semliki, révélé enfin l'existence de cet étonnant Rouwenzori, ce massif montagneux couvert de champs de neige, peut-être même de glaciers, et dont l'ascension complète reste encore pour les alpinistes un bel exploit à accomplir.

Mais le titre de gloire de Stanley, le haut fait qui lui assure l'immortalité, c'est la découverte du Congo. En 1876, il existait encore dans l'Afrique centrale une immense région inconnue, dont Isanguila, point extrême atteint en 1816 par Tuckey sur le bas Congo, à l'ouest, et Nyangoué, sur le Loualaba, à l'est, l'Ouellé, découvert par Schweinfurth le 19 mars 1870, au nord, et l'itinéraire suivi par Cameron de Nyangoué à Benguela, en 1875, au sud, marquaient les limites. Sur ce

« blanc », Stanley jeta l'arc de cercle du Congo. Il rapporta, non pas des notions fragmentaires, mais la description complète du cours du fleuve : direction générale, îles, chutes (Stanley Falls dans le haut et Livingstone Falls dans le bas), lac intérieur (Stanley Pool). Il avait aperçu les embouchures de plusieurs grands affluents : Arouhimi, Bangala ou Mongalla, Oubangui, Lomami, Sankourou. Les combats mêmes qu'il avait dû livrer pour s'ouvrir une voie à travers les flottilles ennemies de pirogues indigènes prouvaient combien les rives du fleuve étaient peuplées. Pour trouver dans l'histoire de la Géographie l'analogue de cet événement, il faut remonter très haut, à la descente du Mississipi par Cavelier de la Salle en 1682, ou à celle du fleuve des Amazones par Francisco Orellana en 1541. A cette découverte primordiale, Stanley en ajouta ultérieurement d'autres de moindre importance, telles que celles des lacs Léopold II et Tumba, et du cours de l'Arouhimi.

Accomplis à toute autre époque de l'histoire, ces voyages n'auraient pas eu d'autre conséquence que de troubler le recueillement des Sociétés de Géographie; mais ils coïncidèrent avec le moment où politiques et hommes d'affaires commençaient à tourner leurs regards vers l'Afrique. Aussi ont-ils contribué à trois événements très importants : la prise de possession de l'Ouganda par la Grande-Bretagne, l'expansion de la même puissance sur le Haut-Nil blanc, la formation de l'Etat indépendant du Congo.

Mtésa, roi de l'Ouganda, quand Stanley y arriva, était, contrairement à la plupart des nègres, curieux de religion. Entre le fétichisme pratiqué par ses ancêtres, l'islam, dont l'avaient superficiellement instruit les marchands arabes de Zanzibar qui fréquentaient chez lui, et de vagues notions qu'il avait recueillies sur le christianisme, il restait perplexe. Stanley voit le parti à tirer de ces dispositions d'esprit. Le 14 avril 1875, il lance un appel aux Missions anglaises : « Si un véritable missionnaire, pieux et d'esprit pratique, venait ici, quel champ il aurait devant lui ! Quelle moisson s'offre à la faucille de la civilisation ! » Cet appel est entendu et, en 1877, un membre de la *Church missionary Society*, nommé Wilson, arrivait en Ouganda. Depuis cette époque, la Grande-Bretagne ne cessa plus d'y être représentée, soit par ses révérends, soit par ses agents politiques. De la chaîne de faits qui ont abouti à son établissement dans cet admirable pays, à la fondation de l'*Uganda Protectorate* en 1894, le séjour de Stanley constitue donc l'anneau initial.

Par suite de la rébellion militaire qui éclata dans l'Equatoria à l'arrivée de Stanley, l'*Emin pasha Relief Expedition*, qui avait pour but d'engager Emin au service de la *British East Africa Association* et d'annexer la province au domaine de cette compagnie coloniale, échoua. Néanmoins, en y détruisant le régime administratif rudimentaire que Gordon, puis Emin y avaient institué, en provoquant la chute de la domination égyptienne, déjà vieille de dix-neuf ans, Stanley préparait l'avenir, et il a contribué indirectement à faire du Nil un fleuve anglais, événement capital de l'histoire contemporaine de l'Afrique.

Enfin, Stanley a pris une grande part à la fondation de l'Etat indépendant du Congo. L'*Association internationale africaine*, créée à Bruxelles en 1876, dans un objet scientifique et humanitaire, sous le patronage du roi Léopold II, porta d'abord ses efforts vers l'Afrique orientale. Mais, dès qu'ils recurent la nouvelle de la découverte du Congo, ses fondateurs modifièrent leurs plans. Un *Comité d'Etudes du Haut Congo* se constitue; il absorbe bientôt l'*Association internationale africaine* et devient l'*Association internationale du Congo*.

Stanley accepte d'entrer au service du *Comité d'études*, puis de l'*Association internationale du Congo*, sa filiale; en cinq ans, par ses fondations de postes, et par des traités conclus avec les chefs indigènes, il établit la domination de ses mandataires sur tout le cours du fleuve, depuis l'embouchure jusqu'aux Stanley Falls. Quand cette souveraineté territoriale eut été reconnue par les puissances européennes, l'*Association internationale* s'effaça devant l'*Etat indépendant du Congo* (février 1885). Sans cette longue et pénible campagne, il n'est pas certain que le nouvel Etat eût été fondé, et les indigènes ont eu comme l'intuition de l'importance de l'œuvre de Stanley en appliquant à l'Etat indépendant le nom même qu'ils avaient autrefois donné à l'explorateur : *Boula Matari*.

Indépendamment de l'exposé de ses découvertes et de son œuvre politique, les procédés employés par Stanley en Afrique pourraient donner lieu à des développements étendus, mais ils allongeraient outre mesure cette Notice. Il reste que, dans l'histoire de la Géographie et dans l'histoire coloniale, son rôle a été considérable. Par ses découvertes géographiques, la vie de milliers de blancs et celle de millions de noirs a été modifiée et l'histoire d'une grande partie du continent africain a pris un nouveau cours.

Henri Dehérain,
Sous-bibliothécaire de l'Institut.

§ 2. — Génie civil

Installation d'une force motrice au gaz de haut-fourneau aux usines métallurgiques d'Ilsede (Allemagne). — Dès que l'utilisation des gaz de hauts-fourneaux pour la marche des moteurs eut été reconnue pratique, les Directeurs des usines métallurgiques d'Ilsede s'empressèrent d'en faire l'expérience en grand, afin de se rendre compte de l'économie qu'on pouvait ainsi réaliser.

Dans ces usines allemandes, qui comportent trois fourneaux en marche, avec une production moyenne de 220 tonnes de fonte par jour, et un quatrième fourneau en montage, les gaz produits sont abondants et d'une qualité très uniforme. Déjà en raison des difficultés pour se procurer à bon marché, dans la région, du charbon de qualité convenable, par suite du grand éloignement des gisements charbonniers, une partie de ces gaz de hauts-fourneaux était employée sous les chaudières qui alimentaient une station génératrice d'électricité d'une puissance de 1.830 chevaux.

La consommation d'énergie électrique pouvait être développée considérablement, soit dans les usines mêmes, soit dans les mines voisines où l'on exploite le minerai de fer, soit enfin à Peine, ville distante de 8 kilomètres, où se trouvent des trains de laminage transformant l'acier produit à Ilsede. Aussi, en présence de ces circonstances particulièrement favorables, le programme fut bientôt tracé pour convertir en kilowatts, le plus économiquement, les calories contenues dans les gaz de hauts-fourneaux. Pour cela, il fallait d'abord modifier l'atelier des machines soufflantes, qui, jusqu'alors, marchaient à la vapeur, consommant ainsi une partie importante des gaz; on remplaça donc successivement ces machines par deux moteurs à gaz soufflants de 500 chevaux, qui n'exigèrent plus que le 1/5 du gaz consommé et laissèrent un disponible très sérieux en vue de l'installation électrique.

Une nouvelle station centrale de force motrice fut établie pour une puissance immédiate de 6.000 chevaux, avec possibilité d'étendre cette puissance à 12.000. La salle des moteurs se compose de deux travées, chacune mesurant environ 44 mètres sur 64, avec une hauteur de 16 mètres; elle est desservie par un pont roulant de 26 tonnes. Cette salle est capable de recevoir six groupes électrogènes de 1.000 à 1.200 chevaux chacun La construction du bâtiment est entièrement métallique.

Un groupe électrogène comprend un alternateur triphasé du type à volant inducteur, actionné directement par un moteur à gaz à deux cylindres. Ce moteur est à deux temps, du type Œchelhaueser; on sait que, dans ce système très spécial, deux pistons se meuvent simultanément en sens inverse dans un seul cylindre et sont disposés de façon à recouvrir ou découvrir les orifices d'admission et d'échappement aux extrémités extérieures de leurs courses respectives, de sorte que toute

espèce de soupapes, clapets ou tiroirs est supprimée. Une pompe, actionnée dans le prolongement même de la tige du piston arrière, chasse respectivement le gaz et l'air dans le cylindre par les lumières d'admission avec une pression de 0 kil. 2 à 0 kil. 3 par centimètre carré. Quand les pistons se rapprochent l'un de l'autre dans la course intérieure, la compression du mélange se produit et l'explosion a lieu. La régularisation de la vitesse est obtenue par la variation de la qualité du mélange de gaz et d'air[1].

L'alternateur tourne à 125 tours par minute et marche à 10.000 volts avec 50 cycles par seconde. Le facteur d'irrégularité à pleine charge est de $\frac{1}{350}$, et PD^2 du volant est de 760.000 kilogrammètres. L'arbre du volant est accouplé avec les deux arbres manivelles par des manchons, de sorte que chaque cylindre peut être employé pour actionner l'alternateur, si l'autre doit être momentanément immobilisé.

Ces alternateurs tournent parfaitement en parallèle avec d'autres générateurs actionnés par la vapeur, qui se trouvent dans la première station centrale placée à une certaine distance, et cette marche en parallèle se maintient avec un seul des moteurs; c'est là une épreuve des plus sévères. Il faut ajouter que les régulateurs des machines sont électriquement contrôlés sur le tableau.

Le gaz des hauts-fourneaux est épuré par deux laveurs centrifuges du système Theisen, dont chacun est prévu pour le passage de 700 mètres cubes de gaz par minute. La puissance que ces épurateurs absorbent est de 110 chevaux, et l'eau consommée de 2.000 litres par minute.

Le tableau principal est monté sur une plate-forme. Il est du type à basse pression et porte seulement les instruments de mesure et les manettes des interrupteurs. Tous les appareils à haute pression sont soigneusement placés dans une salle fermée.

Presque toute l'énergie électrique est transmise aux mines et aux laminoirs. Ces derniers ne sont pas actionnés autrement, et les trains, accouplés directement aux électromoteurs, marchent en donnant entière satisfaction.

L'ensemble de cette installation fournit un excellent exemple des modifications qui pourraient être apportées utilement dans beaucoup d'usines françaises placées dans des conditions identiques à celles où se trouvent les usines d'Ilsede, c'est-à-dire aux environs de villes ou d'usines de transformation, de sorte que l'énergie électrique serait susceptible de pouvoir y être cédée très économiquement. E. D.

§ 3. — Physique

La loi de Dalton-Henry et l'absorption des émanations radio-actives. — Dans un travail présenté à la Société des Naturalistes de Fribourg-en-Brisgau en avril 1903, le professeur F. Himstedt avait fait voir que l'air soufflé à travers l'eau y acquiert une conductivité qui peut aller jusqu'à des valeurs atteignant cent fois la valeur initiale. Ces expériences viennent d'être continuées par le baron Rausch von Traubenberg[2], qui se sert de l'appareil de déperdition de MM. Elster et Geitel; voici les résultats principaux de ses recherches :

1° L'eau des conduites perd ses propriétés ionisatrices, pour les reprendre au contact de l'air aspiré par une soufflerie à jet d'eau;

2° Tous les liquides étudiés, et plus particulièrement les carbures d'hydrogène, sont susceptibles d'être activés par voie artificielle;

3° Les qualités ionisatrices de l'eau sont évidemment dues à une émanation radio-active dissoute dans l'eau et qui suit la loi de Dalton-Henry à l'égal d'un gaz;

4° Les coefficients d'absorption de différents liquides par rapport à cette émanation radio-active se calculent par les équations régissant l'absorption des gaz;

5° L'émanation du radium semble se comporter, au point de vue de l'absorption par les liquides, d'une façon analogue à l'émanation provenant de l'eau des conduites.

L'action du radium sur les verres, le quartz et d'autres corps. — Sous l'influence des rayons du radium, les verres, ainsi que le quartz, comme on le sait, noircissent temporairement; la coloration ainsi produite disparaît, non seulement sous l'influence d'un échauffement, mais aussi à la température ordinaire.

M. N. Georgiewski[1] a étudié par une méthode photométrique l'absorption des verres et du quartz colorés de cette manière, ainsi que la diminution temporaire de cette absorption, diminution qui peut être représentée par une courbe logarithmique.

L'auteur décrit des expériences faites sur le quartz, le mica, le gypse et d'autres corps, montrant la modification des propriétés optiques que subissent ces matières sous l'influence des rayons du radium. C'est ainsi que le mica, placé entre des nicols croisés, accuse un changement de polarisation chromatique dans la portion soumise auparavant à l'action des rayons du radium, changement qui disparaît après que l'échantillon a été chauffé.

Le gypse et le spath d'Islande, tout en présentant une variation des propriétés optiques, ne noircissent pas sous l'action des rayons du radium.

§ 4. — Chimie physique

Une revue nouvelle : le « Journal de Chimie physique ». — L'année dernière a vu naître un organe scientifique destiné à rendre les plus grands services à ceux qui, dans les pays de langue française, s'intéressent à cette science jeune et vivace, mais déjà dans le plein de son développement, qui relie les domaines contigus de la Physique et de la Chimie.

Nous aurions été heureux de souhaiter, dès son apparition, une cordiale bienvenue au nouveau *Journal de Chimie physique*[2]. Il nous a paru préférable de laisser le nouveau périodique faire ses premiers pas et d'en observer, au cours de la publication de son premier volume, la nature, l'organisation et le développement. Cette attente n'a point été perdue, puisqu'elle nous permet aujourd'hui non plus de formuler un vœu, mais d'enregistrer un succès.

De ce succès, la constitution du *Journal de Chimie physique* ne permettait guère de douter. Le directeur, M. Ph.-A. Guye, professeur à l'Université de Genève, qui fut un pionnier dans diverses directions de la science nouvelle, et n'a cessé de se tenir dans ses rangs d'avant-garde, a réussi à grouper tous ceux qui se sont fait un nom en Physico-Chimie, non seulement dans les pays latins, mais partout où le mouvement physico-chimique se montre le plus intense. Le Comité de rédaction, dont l'appui est assuré au nouveau journal, comprend les noms des créateurs du mouvement actuel physico-chimique, et ceux de tous les chefs d'école.

En France, la Physico-Chimie a eu un sort singulier; tandis que l'École française peut revendiquer à juste titre la découverte de plusieurs des principes fondamentaux qui l'ont définitivement constituée, l'enseignement classique est venu tardivement à ses doctrines, et tant d'admirables efforts ne se sont constitués que lentement en un faisceau pleinement productif. Aujourd'hui, grâce en partie à l'autonomie des Universités,

[1] Voir E. Demenge : Utilisation des gaz de hauts-fourneaux dans les machines. *Revue générale des Sciences*, 28 février 1900, p. 185-186.

[2] *Physik. Zeitschr.*, t. V, n° 5, pp. 130-135.

[1] *Journ. de la Soc. phys.-chim. russe*, t. XXXVI, n° 1 *b*, p. 1-7.

[2] A Genève, à la librairie Kündig; à Paris, à la librairie Gauthier-Villars. 25 francs par an.

cette lacune du haut enseignement se comble de plus en plus. Dans nombre de Facultés, le cours de Chimie s'étend aux domaines voisins, et, dans plusieurs, la Physico-Chimie est érigée en un enseignement autonome.

Mais le complément indispensable de la production scientifique est la publication, sans laquelle le travail est bientôt rendu stérile et devient promptement rebutant. Le journal fondé par M. Guye, en facilitant aux travailleurs de langue française à la fois la publication de leurs travaux et la lecture des recherches des autres physico-chimistes, ne peut manquer de provoquer un important mouvement vers la nouvelle science.

En feuilletant le premier volume du *Journal de Chimie physique*, on est frappé de l'abondance et de l'intérêt des travaux auxquels il a déjà pu donner l'hospitalité : les bons auteurs affluent, et, sans parler de M. Haller, qui, comme nous l'indique la préface du volume, a une part directe à la rédaction du journal, nous notons au passage les noms de M. Le Chatelier, de M. Curie, de M. Duhem, de M. Guntz, de M. Guye, de M. Louguinine, de M. Spring.

Outre les articles originaux, le *Journal de Chimie physique* publie un bulletin bibliographique très étendu, donnant l'image complète du mouvement physico-chimique en tous pays; le ton de ce bulletin est précis, la classification en est bonne. Innovation digne d'être notée dans une revue de science, et qui montre bien l'évolution des idées concernant les relations du laboratoire et de l'usine : une place à part est réservée aux demandes de brevets, qui, au moment de leur exposition publique, notamment au Patent-Amt allemand, constituent souvent la première publication d'un procédé intéressant, non seulement pour l'industrie, mais même pour le progrès scientifique.

Ch.-Ed. Guillaume.
Directeur-adjoint du Bureau international des Poids et Mesures.

§ 5. — Chimie physiologique

L'influence de l'alimentation sur l'excrétion de l'acide urique à l'état normal et chez le goutteux. — Bien que l'on compte par centaines les observations qui ont été faites sur l'excrétion de l'acide urique à l'état normal et chez le goutteux, le nombre de celles que l'on peut utiliser avec sécurité est, en réalité, relativement restreint. En effet, tous les dosages faits d'après l'ancienne méthode de Heintz (précipitation de l'acide urique par l'acide chlorhydrique) sont tout d'abord à rejeter, et seuls les résultats obtenus par la méthode de Salkowski-Ludwig, ou encore par celle de Hopkins, peuvent être conservés. D'autre part, on ne peut convenablement interpréter les résultats de tels dosages que là où l'on a noté avec précision la nature de l'alimentation, et, mieux encore, là où l'excrétion de l'acide urique a pu être suivie pendant les différentes périodes de la journée. Enfin, la goutte étant une affection plus fréquente dans la clientèle aisée que dans celle des hôpitaux, on se heurte à une nouvelle difficulté, péniblement ressentie par tous les observateurs, et qui est d'obtenir, surtout au moment des accès, une discipline sérieuse et suffisamment prolongée, dans le recueil méthodique des fractions d'urine et dans la surveillance qualitative et quantitative de l'alimentation.

Ces difficultés, ajoutées à celles qui sont inhérentes à la question elle-même, expliquent pourquoi on n'a pas dépassé, en ce qui concerne l'origine et l'excrétion de l'acide urique, l'étude des premiers et des plus gros facteurs qui interviennent dans ce phénomène. Les recherches dont il va être question ci-après justifieront pleinement cette assertion.

Un premier fait s'est dégagé des travaux publiés dans ces dernières années : c'est que la quantité d'acide urique excrétée peut varier tout autrement que la quantité d'aliments azotés ingérés. Ainsi, une urine avec 5 gr. 87 d'azote total contient 0 gr. 456 d'acide urique, tandis qu'une autre avec 20 gr. 08 d'azote total en fournit 0 gr. 492; c'est à peu près autant[1]. Au contraire, la qualité de l'aliment azoté exerce une action très directe. Déjà Siven, Burian et Schur[2] avaient montré quel est à cet égard le rôle de la viande. De récentes recherches de P. Pfeil et de Fr. Soetbeer[3] sont venues compléter la démonstration de ces auteurs. En voici la substance :

Lorsqu'un adulte bien portant reçoit une alimentation exempte d'azote (soupe et gâteau contenant de l'arrowroot, du beurre et du sucre), la quantité d'acide urique excrétée tombe au 3e jour à son minimum (0 gr. 285 en 24 heures dans un cas), et la courbe d'excrétion, tracée d'après des dosages dans les fractions d'urine recueillies de 3 heures en 3 heures, montre que l'excrétion se fait d'une façon à peu près continue, sauf un maximum assez sensible au matin.

Avec une alimentation contenant de l'azote, mais exempte de viande (lait, riz, pommes de terre, œufs, fromage), l'excrétion d'acide urique s'installe au 3e jour sensiblement au même minimum (0 gr. 308 en 24 heures) que pour l'alimentation exempte d'azote.

Pour M. P. Pfeil, la valeur de ce minimum est variable pour une même alimentation, d'un individu à l'autre, et elle dépend de facteurs physiologiques personnels; mais la forme de la courbe d'excrétion reste la même d'un individu à l'autre. Loewi[4] soutient, au contraire, que des individus semblablement nourris et dont le tube digestif absorbe également bien, excrètent les mêmes quantités d'acide urique. Sur ce point, de nouvelles recherches sont nécessaires.

L'introduction de la viande dans le régime (pain, beurre, œufs, fromage, pommes de terre et viande) produit, dans les 3-4 heures qui suivent, une hausse considérable de la quantité d'acide urique excrétée. Le surplus est d'environ 0 gr. 40 à 0 gr. 50 d'acide en 24 heures pour 350 grammes de viande, et cette hausse est immédiate, même après un long régime sans viande. La forme générale de la courbe d'excrétion est caractéristique, indépendante des variations quantitatives personnelles, et beaucoup plus accidentée naturellement que pour l'alimentation sans viande ou sans azote. Lorsqu'après l'alimentation avec viande, on revient brusquement au régime sans viande, ce n'est qu'au 3e jour que l'excrétion est redescendue à son minimum, ce qui indique que, pendant un certain temps, il reste à éliminer un surplus d'acide urique provenant des jours précédents.

L'acide urique excrété se composerait donc de deux parties : 1° un certain minimum indépendant de l'alimentation, puisqu'il atteint la même valeur avec ou sans aliments azotés; 2° un surplus variable avec la quantité de viande consommée, et nullement influencé par les autres aliments azotés énumérés plus haut.

M. Soetbeer a continué cette étude chez le goutteux, et il a constaté que l'influence de l'alimentation sur l'excrétion de l'acide urique n'est pas la même ici qu'à l'état normal. Déjà, avec le régime sans viande, la courbe d'excrétion s'éloigne un peu de celle de l'état normal, surtout par de subites ascensions de la quantité d'acide émise en 3 heures. Après addition de 300 grammes de viande, on constate que le malade n'élimine pas le surplus d'acide auquel on pourrait s'attendre. Ainsi, pour 24 heures, la quantité d'acide était, par exemple, de 0 gr. 316, et, après addition de 350 grammes de viande, de 0 gr. 310, bien que la diurèse fût très abondante. Toutefois, ce résultat n'est pas constant, et il peut arriver que tout se borne à des irrégularités marquées dans la courbe d'excrétion.

[1] Hirschfeld : *Virchow's Arch.*, t. CXIV, p. 301.
[2] Siven : *Skand. Arch. f. Physiol.*, t. XI, p. 122. — Burian et Schur : *Pflüger's Arch.*, t. LXXX, p. 337, et t. LXXXVII, p. 257.
[3] P. Pfeil : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. XL, p. 1. — Fr. Soetbeer : *Ibid.*, t. XL, p. 55 et suiv.
[4] Loewi : *Arch. f. exp. Path.*, t. XLIV, p. 1; t. XLV, p. 157. — *Pflüger's Arch.*, t. LXXXVIII, p. 296.

Dans la goutte aiguë, sans fièvre et sans accidents du côté des reins, la courbe d'excrétion, avec le régime sans viande, s'éloigne peu de la normale; mais, lorsqu'on ajoute de la viande à la ration, on constate que l'ascension immédiate de l'excrétion urique, si nette à l'état normal, fait entièrement défaut, et que toute la courbe révèle des désordres profonds dans l'excrétion de ce produit.

On peut faire à ces recherches une critique, que l'auteur énonce d'ailleurs lui-même, à savoir qu'elles portent sur un trop petit nombre de cas et un trop petit nombre de jours, et cette critique pèse particulièrement quand il s'agit d'une maladie comme la goutte, où les particularités individuelles, le polymorphisme des formes cliniques, sont presque de règle. Mais c'est une raison de plus pour persévérer dans cette direction, afin d'établir peu à peu, par des observations précises[1], des relations solides entre la marche des symptômes cliniques et celle de l'excrétion urique.

Il faudrait que l'on pût, en outre, étudier parallèlement les variations de la teneur du sang en acide urique. Depuis que M. Goto[2] a montré, dans le laboratoire du Professeur Kossel, que l'acide urique n'est point précipité en présence des acides nucléique et thymique, toutes les déterminations d'acide urique dans le sang sont devenues sujettes à caution et sont, par conséquent, à reprendre. Il serait superflu d'insister sur l'intérêt qu'elles présentent, l'*excrétion* urique n'étant pas nécessairement parallèle à la *production* de ce composé.

§ 6. — Sciences médicales

A propos de Puériculture. — M. le professeur Pinard, dont on connaît les beaux efforts pour abaisser la mortalité infantile, vient de signaler, à l'Académie de Médecine, les excellents résultats obtenus par M. le Dr Morel, maire de Villiers-le-Duc (Côte-d'Or), grâce à l'application d'un arrêté qui lui paraît de nature à enrayer la dépopulation.

En effet, dans l'espace de dix ans, il n'y a pas eu à déplorer, dans cette commune, la mort d'un seul enfant. Voici les dix articles de cet arrêté : 1° Toute femme enceinte, mariée ou non, ne possédant pas de ressources suffisantes, pourra demander l'assistance de la commune. 2° Pour bénéficier de cette faveur, la femme devra déclarer, à la mairie, sa grossesse avant le septième mois et faire connaître la sage-femme qui lui donnera ses soins. Celle-ci sera invitée à visiter la femme, de façon à se rendre compte de la présentation, et examiner si les urines contiennent de l'albumine. Pour cela, il lui sera alloué 5 francs, qui seront payés par la commune, sans participation de l'Etat, ni du département. 3° Si la sage-femme prévoit que l'intervention d'un médecin est nécessaire, elle en avise la mairie; celle-ci demande le médecin, qui est payé au tarif de l'Assistance par la commune, sans participation de l'Etat, ni du département. 4° Toute accouchée assistée reçoit 1 franc par jour, à condition qu'elle reste couchée un laps de temps suffisant; si elle se lève auparavant, il ne lui est rien alloué. 5° Toute femme qui prendra un nourrisson élevé à l'allaitement mixte devra avoir un appareil à stériliser le lait, avec ses accessoires, et le présenter à chaque visite du médecin-inspecteur. 6° Les nourrissons des femmes assistées seront pesés tous les quinze jours à la mairie ou, à défaut, à domicile; les résultats de ces pesées seront inscrits à la mairie. 7° Tout nourrisson atteint de diarrhée ou de troubles respiratoires devra être signalé à la mairie dans les vingt-quatre heures. 8° Les nourrices qui ne se conformeraient pas aux prescriptions des articles ci-dessus se verraient retirer leur autorisation. 9° La mairie possédera des appareils à stériliser le lait qui seront vendus à prix réduits aux nourrices et prêtés gratuitement aux femmes assistées. 10° Toute nourrice ayant élevé un enfant, et qui le présentera à un an, aura droit à deux francs par mois depuis la naissance.

Il serait à souhaiter que le vœu du professeur Pinard fût exaucé, c'est-à-dire que toutes les municipalités, vraiment soucieuses de la vie des tout petits, prissent modèle sur l'arrêté du Dr Morel, de Villiers.

Effets des rayons X sur l'appareil génito-urinaire. — Les rayons X amènent la dégénérescence, non seulement des cellules épithéliales, mais encore d'autres cellules; ils entraînent notamment l'atrophie des testicules. C'est ce qui résulte des curieuses expériences que MM. Albers, Schönberg et Friedel ont publiées dans la *Münchener medicinische Wochenschrift* et que M. le Dr Romme vient de signaler dans la *Presse Médicale* (n° 9, 1904). Ces trois expérimentateurs placèrent des lapins et des cobayes dans des cages dont le fond pouvait être traversé par les rayons d'une ampoule de Crookes. A la suite de plusieurs séances de radiations, dont chacune ne dépassait pas quinze à vingt-cinq minutes, on accoupla les animaux avec des femelles indemnes de tout traitement. Ces couples furent gardés en cage pendant une période variant de quinze jours à cinq mois, selon les cas; cependant, aucune femelle ne devint enceinte. Il faut noter encore que les animaux mâles, qui avaient été soumis à l'action des rayons X, ne présentaient aucun trouble de leur état général et avaient conservé leur appétit sexuel, ainsi que la faculté de copulation. Ce ne fut qu'à l'autopsie qu'on trouva les causes de cette stérilité. Chez tous les animaux mâles, il existait une atrophie considérable des testicules, dont le volume avait diminué de moitié et même des deux tiers. A l'examen microscopique, on constata que la plupart des cellules qui tapissent la partie interne des conduits séminifères avaient disparu pour être remplacées, dans certains endroits seulement, par quelques cellules rétractées, dont le protoplasma était atteint de dégénérescence muqueuse. De plus, il n'existait pas le moindre signe de spermatogénèse, et nulle part on ne trouvait de spermatoblastes. Enfin, à l'examen du liquide recueilli dans les vésicules séminales, on ne put déceler aucun spermatozoïde. Les rayons X avaient donc, dans ce cas, entraîné une dégénérescence rapide des conduits séminifères, et cette dégénérescence avait eu forcément pour résultat une azoospermie complète.

§ 7. — Géographie et Colonisation

La question du Coton. — Le coton est actuellement un des produits agricoles les plus rémunérateurs et les plus universellement employés. Ces deux qualités n'empêchent pas l'industrie cotonnière de subir présentement en Europe une crise intense, causée par la rareté grandissante et les prix toujours plus élevés de la matière première[1]. Depuis 1863-64, les cours du coton n'ont jamais été aussi élevés. Ce phénomène résulte, en partie, du quasi-monopole des Etats-Unis, qui produisent plus des trois quarts de la production totale — 10 millions et demi de balles sur 14 millions, — et arrivent de plus en plus à consommer eux-mêmes le coton qu'ils récoltent. Leurs manufactures, qui employaient 2 millions et demi de balles en 1892, passaient à 4 millions en 1902. Mais la situation provient aussi du développement de l'industrie des graines de coton. Depuis la découverte de l'emploi de l'huile, des gousses et des farines de graines de coton, les demandes de cet article ont augmenté dans des proportions considérables, et les moulins à huile accaparent de plus en plus les graines les plus riches et les plus lourdes, abandonnant les autres à la culture. Cette question de

[1] Les dosages d'acide urique ont été effectués par MM. Pfeil et Soetbeer d'après Salkowski-Ludwig, avec dosage d'azote d'après Kjeldahl dans les cristaux obtenus.

[2] Goto : *Zeitschr. physiol. Chem.*, t. XXX, p. 473.

[1] Cf. notamment les *Annales de Géographie* du 15 janvier 1904, p. 88. — Maigret : L'œuvre de l'Association cotonnière coloniale, in *Revue des Cultures coloniales*, 5 mars 1904. — Dreyfus : La culture du coton dans le Protectorat britannique est-africain, in *Economiste français*, 21 et 28 mai 1904.

l'appauvrissement graduel de la graine mérite de retenir aussi l'attention; elle a sa part de responsabilité dans la crise actuelle.

Les pays industriels d'Europe s'inquiètent à juste titre de cet état de choses, et ceux qui possèdent des colonies songent à imiter l'exemple de la Russie, qui approvisionne aujourd'hui ses manufactures, pour une large part, grâce à ses plantations du Turkestan.

Dans les premiers mois de 1902 s'est fondée à Manchester la *British Cotton Growing Association*, qui a envoyé, au début de 1903, une Mission de six savants afin d'étudier la question cotonnière dans les colonies anglaises de la côte occidentale d'Afrique. Parmi les résultats acquis, il semblerait qu'il vaut mieux perfectionner les espèces indigènes qu'acclimater le coton américain, laisser à la culture son caractère local plutôt que de créer de grands domaines à l'aide de capitaux européens, comme dans le cas de l'arachide au Sénégal. A cette manière de voir, on peut présenter l'objection que la culture du coton demande beaucoup plus de soin et d'intelligence que n'en sauront apporter les indigènes. D'autre part, l'Association anglaise a pensé que le coton pourrait aussi tirer les Antilles de leur langueur économique. De grands efforts sont faits pour introduire cette culture dans ces îles, et, l'an passé, plusieurs milliers d'hectares ont été plantés. Les provisions de graines nécessaires ont été importées dans les colonies, en franchise douanière, et, par les soins des gouverneurs locaux, des factoreries doivent être installées, dans lesquelles la récolte de tout un district sera préparée et mise en balles. Ces établissements deviendront des centres d'achat où les planteurs pourront recevoir le plus tôt possible le montant de leur récolte. Une enquête officielle évalue à 300 livres (136 kilogs) le rendement d'un acre (0,404 hectare), et à 100 francs le bénéfice net minimum que peut produire cette surface plantée en variété dite *Sea Island*.

En Allemagne, depuis 1900, les efforts sont dirigés, en particulier, vers le Togo, le Kameroun et l'Afrique orientale allemande, par les soins du *Kolonial Wirtschaftliches Komitee*. Mais les vraies régions d'avenir demeurent les territoires du Tchad, dans le Haut-Kameroun.

En France, nous possédons, depuis janvier 1903, l'*Association cotonnière pour le développement de la culture du coton dans les colonies françaises*. Cette société a, en outre, pour objet de favoriser l'achat et l'emploi par l'industrie française du coton récolté dans nos colonies. Elle se propose de faire entreprendre des enquêtes et d'organiser des missions, de poursuivre son œuvre de propagande par des conférences et par des publications. En outre, elle subventionnera des essais de culture, tentera elle-même des expériences et provoquera l'envoi du coton colonial en France. Sans oublier les autres colonies, elle désire porter principalement son effort sur l'Afrique occidentale, aidée par l'activité du Gouverneur général. Le Moyen et le Bas Niger et le Haut Sénégal sont, sans doute, des régions très favorables, mais à la condition que les voies ferrées y arrivent et qu'un système d'irrigation y soit organisé. Contrairement à l'opinion anglaise, M. Van Cassel, d'après une communication à la Société de Géographie de Paris, estime qu'en ces régions les défauts des espèces indigènes, tels que manque d'uniformité et de longueur des soies, difficulté de la séparation des graines, etc., nécessiteraient l'introduction de variétés égyptiennes, — dont on sait la finesse, — capables de mieux s'adapter que les espèces américaines[1].

P. Clerget,
Professeur à l'Ecole de Commerce du Locle.

[1] Un Congrès international du Coton s'est réuni à Zurich, le 23 mai dernier. La France, l'Angleterre, l'Allemagne, la Russie, l'Autriche, le Portugal, l'Italie et la Suisse y étaient représentés. Entre autres vœux, le Congrès a voté à l'unanimité une résolution exprimant la nécessité d'une organisation internationale. Sur les raisons qui ont motivé la réunion de ce Congrès, Cf. C. W. Macara : L'industrie cotonnière et le projet de Congrès international, in *Revue économique internationale*, 15-20 avril 1904.

§ 8. — Enseignement

Les Mathématiques dans l'Enseignement secondaire. — Nous recevons de M. A. Turpain, professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Poitiers, la lettre suivante :

« Permettez-moi de réclamer l'hospitalité de votre *Revue* relativement à deux points de la très intéressante conférence de M. Borel sur : « Les Mathématiques dans l'Enseignement secondaire », publiée dans le numéro du 15 mai dernier.

« En ce qui concerne les réformes à apporter à l'enseignement des Mathématiques, et principalement en ce qui a trait au développement des exercices pratiques et à l'utilité éducatrice des Mathématiques, je craindrais d'atténuer, en les reprenant, la force des arguments que M. Borel apporte, sous une forme si impeccable, à l'appui de sa thèse.

« Je me contenterai de signaler, au début de sa conférence, une manière un peu personnelle d'envisager le rôle de la future Ecole Normale Supérieure rattachée à l'Université de Paris et le trop bon marché fait de celui qui peut incomber, dans l'éducation pédagogique des futurs professeurs, aux Universités de province, qu'on aurait, je crois, vraiment tort de sacrifier à la Sorbonne. — N'avons-nous pas tous présents à l'esprit des noms de savants distingués, qui jettent actuellement sur la branche de la science qu'ils cultivent un lustre des plus brillants et qui ne sont sortis ni de l'Ecole Normale, ni peut-être même tous de la Faculté des Sciences de Paris[1].

« Avec l'organisation ancienne des bourses de licence dans les Universités de province, le jeune homme désireux de se consacrer à la science ou au professorat, et qui n'avait pu, souvent par suite des nécessités de la vie, entrer à l'Ecole Normale Supérieure, consacrait, à la faveur de bourses obtenues, cinq ou six ans à des études que les normaliens font en trois ou quatre ans et arrivait ainsi à l'agrégation, devenait même docteur et pouvait entrer dans l'enseignement supérieur. — Nombreux, actuellement, dans nos Facultés, sont ceux qui ont suivi cette voie, et l'on pourrait citer bon nombre d'anciens *boursiers de licence de province* aujourd'hui professeurs de Faculté et qui tiennent très honorablement les postes qu'ils ont conquis. — En sera-t-il de même avec l'organisation nouvelle? Il est à craindre que non. — Le concours aux bourses de licence dans les Universités, partant à l'Ecole Normale Supérieure réorganisée, qu'on annonce pour 1905, aura pour résultat l'établissement d'une liste dont les meilleurs sujets seront drainés, soit comme internes à l'Ecole Normale, soit comme externes boursiers de licence à la Sorbonne. Les Universités de province recevront, et cela *suivant les disponibilités budgétaires*, les sujets classés en queue de liste, qui seront vraisemblablement les moins bons, sinon les médiocres. Les Facultés de province ne pourront donc plus continuer à former des professeurs et des savants, en petit nombre, il est vrai, mais qui souvent se sont classés d'une remarquable manière. — Il en résultera — me dira-t-on — que ces sujets de valeur, qui restaient autrefois éloignés de Paris, auront maintenant l'inestimable avantage d'être formés en Sorbonne. D'accord, mais que devient alors la vie des Universités de province? A la faveur de l'autonomie enfin conquise, elles constituent déjà des Ecoles et rivalisent d'une manière des plus fécondes avec la Sorbonne. A peine nos étu-

[1] Ceux auxquels nous faisons allusion, et que le seul désir de ne pas froisser une modestie respectable nous empêche de nommer, ont fait preuve, non seulement de science profonde dans leurs recherches, mais encore d'un rare talent de professeur, tant dans les ouvrages didactiques qu'ils ont publiés que dans leurs cours.

diants ont-ils pris l'habitude de subir, *sans pour cela se croire discrédités*, leurs thèses de doctorat devant les Universités de province, que l'on crée un nouveau *modus vivendi* qui va immanquablement transporter à Paris, au profit de la seule Sorbonne, agrégations et doctorats.

« Est-ce que la science française ne se serait pas bien trouvée de l'existence d'écoles rivales? Et faut-il rappeler les plus glorieuses pages de l'histoire de la science italienne et, entre tous exemples, la féconde controverse qu'eurent, à l'aurore du dernier siècle, deux grands chefs d'école, Galvani et Volta ? N'est-ce pas à cette lutte d'écoles que l'Electricité doit d'être passée du domaine de la pure curiosité à celui de la féconde utilisation et qu'elle doit aujourd'hui de révolutionner l'industrie ?

« S'il est, avec quelque raison, soutenable qu'une origine et une préparation communes peuvent être utiles pour la préparation à l'agrégation, concours d'ordre didactique, qui osera admettre que l'originalité dans la recherche scientifique se trouvera augmentée par l'inspiration d'une seule discipline ?

« Nous avons toujours pensé que la constitution des Universités de province avait un but de décentralisation et devait créer de vivants et féconds centres d'activité scientifique autres que Paris. Et voilà qu'à peine on a doté ces Universités de toutes les conditions possibles et faciles de vie active, on leur enlève le premier élément de cette activité : leurs élèves! Tout au plus semble-t-on vouloir leur réserver les moins bons d'entre ceux qui désirent se consacrer à la science ou au professorat. Ne peut-on craindre, d'ailleurs, que bientôt les disponibilités budgétaires du chapitre des bourses de licence se limitent à la seule Université de Paris?

Parmi les jeunes gens qui, grâce à l'organisation ancienne des bourses de licence, ont pu pénétrer dans l'enseignement supérieur s'en trouvent un grand nombre venus par la porte de l'enseignement primaire, soit anciens instituteurs, soit anciens élèves des écoles communales supérieures, pour qui le certificat P. C. N. constitue un pont entre l'enseignement primaire et l'enseignement supérieur. Cette remarque nous amène à reprendre un point de la remarquable conférence de M. Borel : le desideratum formulé que, sur plusieurs points, l'enseignement secondaire ressemblât plus à l'enseignement primaire et le regret qu'une législation plus démocratique n'ouvre pas plus larges les portes de l'enseignement supérieur. Il y a plus à dire, et la question ressortit, nous semble-t-il, aux mœurs mêmes de notre pays, qui ne sont pas toujours celles d'une véritable démocratie.

« Pourquoi des domaines communs à l'enseignement primaire et à l'enseignement secondaire? au point que nos lycées et collèges comprennent parmi leur personnel un certain nombre d'instituteurs? En est-il de même de l'enseignement secondaire et de l'enseignement supérieur? Nullement. L'accès de l'enseignement secondaire ne devrait être, selon nous, accordé qu'aux enfants munis, soit du certificat d'études primaires, soit même (pour certaines classes) du certificat d'études primaires supérieures.

« Est-ce que l'accès de la Faculté est accordé (ou tout au moins la collation des grades) à ceux des étudiants non munis du baccalauréat? Nous sommes persuadé qu'une grande réforme de l'enseignement secondaire serait obtenue, dans l'ordre de l'obtention des connaissances pratiques, par une semblable filiation. Et nous n'en voulons pour preuve que la constatation du fait suivant : presque toujours, lorsqu'un cours ou une classe comprend des instituteurs ou des certifiés de l'enseignement primaire, ce sont ces étudiants ou ces élèves qui se classent à la tête de leurs camarades. C'est là un fait que nous avons personnellement constaté très souvent en ce qui concerne les examens du certificat P. C. N.

« Pourquoi donc a-t-on laissé, lorsqu'on organisa, naguère, l'enseignement primaire, deux endroits où cet enseignement est donné : l'école communale et les classes inférieures de nos lycées et collèges? Pourquoi? La raison n'en peut être trouvée que dans le désir de la clientèle ordinaire des lycées et collèges de ne pas mêler ses enfants à ceux des écoles communales. Notre bourgeoisie répugne-t-elle toujours autant qu'il y a vingt ans à la fréquentation de ses enfants avec les fils du peuple? Nous ne le croyons pas. En tout cas, une législation qui aiderait à cette fusion, dans certains milieux provinciaux où elle ne s'est pas encore faite, rendrait un double service aux études et à la démocratie.

« Si, aujourd'hui encore, certain bourgeois peut être froissé de voir son fils tutoyé par celui de son fournisseur, il n'ose guère plus le manifester et, à la faveur de cette crainte, on pourrait peut-être, en faisant œuvre de bon éducateur, faire également œuvre de démocrate ».

A. Turpain,
Professeur adjoint à la Faculté des Sciences de l'Université de Poitiers.

Le Congrès international de Zoologie de Berne. — Le Ve Congrès international de Zoologie, tenu à Berlin en 1901, a choisi Berne comme lieu de sa sixième session, qui se tiendra du 14 au 19 août 1904, sous la présidence de M. le professeur Th. Studer, de Berne.

Pendant le Congrès, des excursions auront lieu à Genève, à Neufchâtel et aux lacs du Jura pour visiter les palafittes; des conférences scientifiques seront faites par MM. les Professeurs R. Blanchard (Paris), C. Chun (Leipzig), C. Emery (Bologne), A. Giard (Paris), P. P. C. Hoek (Copenhague), F. Sarasin (Bâle), et W. Salensky (Saint-Petersbourg).

La séance de clôture du Congrès se tiendra à Interlaken. Après la clôture, les membres du Congrès seront invités à visiter d'autres villes de la Suisse.

Les demandes de renseignements doivent être adressées à M. le président du VIe Congrès international de Zoologie, Musée d'histoire naturelle, Waisenhausstrasse, Berne.

Personnel universitaire. — M. Garbe, professeur de Physique à la Faculté des Sciences de Poitiers, est nommé doyen de la dite Faculté.

M. Ausset, agrégé, chargé d'un cours de Thérapeutique à la Faculté de Médecine de Lille, est nommé professeur à la dite Faculté.

M. Ménier, professeur de Botanique à l'Ecole préparatoire à l'Enseignement supérieur des Sciences de Nantes, est nommé directeur de la dite Ecole.

M. Fatou, agrégé des Sciences mathématiques, aide-astronome à l'Observatoire de Paris, est nommé astronome-adjoint au dit établissement.

A l'Ecole Polytechnique. — Sont nommés à l'Ecole Polytechnique :

Examinateur de Physique, M. Vieille, directeur du Laboratoire central des Poudres et Salpêtres, ancien répétiteur et professeur de Physique à l'Ecole Polytechnique, en remplacement de M. Potier, démissionnaire.

Répétiteur titulaire de Physique, M. Hamy, répétiteur adjoint, en remplacement du commandant Colson, démissionnaire.

Répétiteur adjoint de Physique, M. Mesnager, ingénieur des Ponts et Chaussées, professeur à l'Ecole des Ponts et Chaussées.

LES RECENTS TRAVAUX SUR LES SUCRES

L'étude des sucres, qui constitue l'une des parties les plus importantes et les plus séduisantes de la Chimie organique, se trouve être, en même temps, l'un de ses chapitres les plus récents.

Bien qu'il s'agisse là de substances connues pour la plupart depuis longtemps, les idées théoriques qui en ont permis le groupement systématique sont relativement peu anciennes, et la chimie des sucres, basée sur leur synthèse, est l'œuvre de ces vingt dernières années.

Dans un traité magistral, paru il y a quatre ans, M. Maquenne a exposé le bel ensemble de ces théories et donné la description méthodique des sucres avec leurs principaux dérivés, classés d'après leur fonction chimique et leur constitution.

Depuis cette époque, de nombreux et importants travaux ont été publiés : je me propose de passer en revue les plus intéressants d'entre eux, aidé par les conseils et les indications de mon excellent maître, M. le professeur Maquenne, qui, sur le même sujet, prépare un supplément, devenu nécessaire, au volume dont je viens de parler.

Comme on le verra par la suite, toutes les recherches récentes ne sont que l'éclatante confirmation des vues théoriques déjà connues. Il en est toujours ainsi lorsque l'on est guidé par une idée exacte : les faits nouveaux, bien loin de compliquer les choses, ne font, au contraire, que les simplifier. Un certain nombre de points obscurs ont été éclairés, quelques erreurs ont été corrigées, et, dans son ensemble, l'édifice n'a fait que s'agrandir.

On sait que les sucres sont classés en deux grandes catégories : les sucres réducteurs et les sucres hydrolysables.

Sous le nom de sucres *réducteurs*, on désigne des substances qui possèdent, sur une chaîne carbonée, qui peut être cyclique, une fonction aldéhydique ou cétonique avec plusieurs fonctions alcooliques.

Tels sont, par exemple :

Le glucose . . . $CHO-(CHOH)^4-CH^2OH$
Le lévulose . . $CH^2OH-CO-(CHOH)^3-CH^2OH$
Le rhamnose . . $CHO-(CHOH)^4-CH^3$

Le chitose . . .
$$\begin{array}{l} CHOH-CHOH \\ \quad\;\; | \qquad\;\; | \\ CHO-CH \qquad CH-CH^2OH \\ \quad\;\; \diagdown \quad\;\; \diagup \\ \qquad\;\; O \end{array}$$

Par hydrogénation, ils donnent des alcools polyatomiques, tels que la mannite, la sorbite, etc.

Les sucres *hydrolysables* sont des polyoses qui résultent de la condensation, avec perte d'eau, de deux ou plusieurs molécules de chacun de ces monoses. Ils comprennent donc les bioses, tels que le saccharose, les trioses, comme le raffinose, etc., jusqu'aux polyoses complexes, comme les pentosanes, les dextrines, l'amidon, la cellulose, chez lesquels l'indice de condensation est encore indéterminé.

Ayant rappelé ces grandes lignes de la classification des sucres, j'y rattacherai le plan de cet exposé et j'examinerai les récents travaux effectués :

1° Sur les sucres réducteurs et les polyols correspondants;

2° Sur les sucres hydrolysables.

Dans une troisième partie, j'étudierai les produits qui résultent de l'introduction de l'ammoniaque dans la molécule des sucres, en général, c'est-à-dire les sucres aminés.

I. — Recherches sur les sucres réducteurs et les polyols correspondants.

Pour donner plus de clarté à cette étude, je place ici (tableau I) un tableau des sucres réducteurs actuellement connus, avec les polyols correspondants. Pour rappeler leur formule de constitution, j'emploierai des signes figurant la position des oxhydriles fonctionnels, en considérant toujours la fonction aldéhydique comme placée à gauche. Ainsi le glucose ordinaire, dont la formule développée est :

$$CHO-\underset{H}{\overset{OH}{C}}-\underset{OH}{\overset{H}{C}}-\underset{H}{\overset{OH}{C}}-\underset{H}{\overset{OH}{C}}-CH^2OH,$$

sera simplement désigné par ⊤⊥⊤⊤.

Pour apporter plus de précision, il faudrait avoir recours à la nomenclature fractionnaire de M. Maquenne et représenter ce sucre par la fraction $\frac{2.4.5}{3}$ 6; mais cette figuration paraît suffisante pour une étude rapide.

§ 1. — Nouvelles synthèses.

On sait que deux méthodes principales interviennent dans la synthèse des sucres :

1° La méthode de Kiliani, qui permet de passer d'un sucre à son homologue supérieur, en faisant agir l'acide cyanhydrique sur ce sucre et saponifiant le nitrile obtenu. Il n'y a plus alors qu'à réduire la lactone de l'acide formé, cette dernière opération constituant ce qu'on appelle le procédé de Fischer;

2° La méthode de Wohl, qui permet de faire le chemin inverse. Elle consiste à transformer l'oxime

d'un sucre en nitrile de l'homologue inférieur, puis à chasser l'acide cyanhydrique; ce qui donne l'aldose contenant un C de moins que le sucre dont on est parti.

Ces deux méthodes ont conservé leur caractère de généralité. Toutefois, la seconde seule a été utilisée dans les travaux récents dont nous nous occupons. L'auteur, Wohl, l'a appliquée au l-arabinose, l'arabinose naturel ⊤⊥⊥. Il en a tiré le *l-érythrose* ⊥⊥, qui n'était pas connu. Ce dernier, par hydrogénation, a donné l'érythrite inactive, naturelle, dont la synthèse avait été faite autrefois par Griner.

M. Maquenne s'est également servi de cette méthode pour faire la synthèse du *l-thréose* ⊥⊤ en partant du xylose ordinaire ⊤⊥⊤. Ce nouveau sucre donne par hydrogénation *l'érythrite gauche* ⊥⊤, dont la formule se trouve confirmée par ce fait que son oxydation le transforme en acide tartrique gauche. M. Maquenne a fait connaître, à ce sujet, une simplification intéressante de la méthode de Wohl. Au lieu d'éliminer l'acide cyanhydrique du nitrile par l'oxyde d'argent, il saponifie simplement par l'ammoniaque, dans une capsule plate, au bain-marie. L'acide cyanhydrique se dégage. Le sucre reste à l'état de combinaison avec l'acétamide.

Une troisième méthode s'est généralisée depuis peu. C'est la méthode à l'eau oxygénée, découverte par Fenton et systématisée par Ruff. Elle consiste à traiter le sel de chaux d'un acide monobasique par l'eau oxygénée, contenant 1 at. $^1/_2$ d'O actif par molécule d'acide, en présence d'une trace d'un sel de fer, sulfate ou acétate. Une molécule de CO^2 se sépare et l'on obtient l'aldose immédiatement inférieur. Cette méthode vient donc doubler celle de Wohl; elle lui paraît préférable par sa simplicité comme aussi par les rendements qu'elle fournit.

Cette méthode a été appliquée par Ruff au d-arabonate de calcium, ⊥⊤⊤; il a ainsi obtenu le *d-érythrose* ⊤⊤, et son inverse optique le *l-érythrose* ⊥⊥, en partant, avec Meusser, du l-arabonate de calcium. Par hydrogénation, l'un et l'autre de ces sucres donnent l'érythrite ordinaire. Ruff et Kohn, en partant du l-xylonate de calcium ⊤⊥⊤, ont préparé le

Tableau I. — *Sucres réducteurs et polyols correspondants.*

ALCOOLS		SUCRES RÉDUCTEURS		
*d-érythrite	⊤⊥	*d-thréose	⊤⊥	inconnu.
*l-érythrite	⊥⊤	*l-thréose	⊥⊤	synthèses récentes.
i-érythrite	⊤⊤	*d-érythrose	⊤⊤	synthèse récente.
*d-érythrite	⊤⊥	*l-érythrose	⊥⊥	—
i-érythrite	⊤⊤	*d-érythrulose	⊥	—
i-érythrite	⊤⊤	*r-érythrulose	⊤ et ⊥	—
d-arabite	⊥⊤⊤	d-arabinose	⊥⊤⊤	
		d-lyxose	⊥⊥⊤	
l-arabite	⊤⊥⊥	l-arabinose	⊤⊥⊥	
		l-lyxose	⊤⊤⊥	inconnu.
adonite (ou ribite)	⊤⊤⊤	d-ribose	⊤⊤⊤	—
		l-ribose	⊥⊥⊥	
xylite	⊥⊤⊥	*d-xylose	⊥⊤⊥	synthèse récente.
		l-xylose	⊤⊥⊤	—
d-sorbite	⊤⊥⊤⊤	d-glucose	⊤⊥⊤⊤	
		d-gulose	⊥⊥⊤⊥	
l-sorbite	⊥⊤⊥⊥	l-glucose	⊥⊤⊥⊥	
		l-gulose	⊤⊤⊥⊤	
d-mannite	⊥⊥⊤⊤	d-mannose	⊥⊥⊤⊤	
l-mannite	⊤⊤⊥⊥	l-mannose	⊤⊤⊥⊥	
d-idite	⊤⊥⊤⊥	d-idose	⊤⊥⊤⊥	
l-idite	⊥⊤⊥⊤	l-idose	⊥⊤⊥⊤	
d-talite	⊥⊥⊥⊤	d-talose	⊥⊥⊥⊤	
		—	⊤⊥⊥⊥	inconnu.
l-talite	⊤⊤⊤⊥	l-talose	⊤⊤⊤⊥	—
		—	⊥⊤⊤⊤	—
Dulcite	⊤⊥⊥⊤	d-galactose	⊤⊥⊥⊤	
		l-galactose	⊥⊤⊤⊥	
—	⊤⊤⊤⊤	—	⊤⊤⊤⊤	
		—	⊥⊥⊥⊥	
d-sorbite ⊤⊥⊤⊤ et d-mannite	⊥⊥⊤⊤	d-fructose	⊥⊤⊤	
l-sorbite ⊥⊤⊥⊥ et l-mannite	⊤⊤⊥⊥	l-fructose	⊤⊥⊥	
d-sorbite ⊥⊥⊤⊥ et d-idite	⊤⊥⊤⊥	d-sorbose	⊥⊤⊥	
l-sorbite ⊤⊤⊥⊤ et l-idite	⊥⊤⊥⊤	l-sorbose	⊤⊥⊤	(ex-pseudogatose).

l-thréose ⊥T, dont nous avons vu la synthèse par la méthode de Wohl.

Fischer et Ruff ont préparé le *d-xylose* ⊥T⊥, inconnu jusque là, en partant du *d*-gulonate de calcium ⊥⊥T⊥, et opéré la synthèse du xylose ordinaire T⊥T par cette même méthode appliquée au l-gulonate de Ca TT⊥T. Enfin, Ruff et Meusser ont fait agir l'eau oxygénée sur l'isosaccharinate de Ca et obtenu une *pentanetriolone* $CH^2OH.CO.CH^2.CHOH.CH^2OH$, dont la constitution vérifie celle de l'isosaccharine, la saccharine du maltose et du lactose :

$$\begin{array}{l} CH^2OH-COH-CH^2-CH-CH^2OH \\ \quad\;\; | \qquad\qquad\qquad\quad | \\ \quad\;\; CO\text{———}O \end{array}$$

De même, Kiliani et Nagell ont obtenu un *pentanetriolal* $CHO.CH^2.(CHOH)^2.CH^2.OH$ au moyen du métasaccharinate de Ca, ce qui montre que la métasaccharine, ou saccharine du galactose, a pour constitution :

$$\begin{array}{l} CHOH-CH^2-CH-CHOH-CH^2OH. \\ \;\; | \qquad\qquad\qquad\quad | \\ CO\text{———}O \end{array}$$

Lorsque l'on fait agir l'eau oxygénée, dans les mêmes conditions, non plus sur l'acide, mais sur le sucre, ou sur le polyol, on réalise une oxydation ménagée, qui ne porte pas sur la fonction aldéhydique, mais sur le carbone voisin, lequel devient cétonique. On obtient ainsi, quand on part d'un aldose, un sucre cétone et aldéhyde, que l'on désigne sous le nom d'*osone*. Ce sont des sucres qui réduisent la liqueur de Fehling à froid ; on n'en connaît encore qu'un petit nombre d'individus.

On préparait autrefois ces osones en décomposant les osazones par l'acide chlorhydrique. Fischer a indiqué dernièrement une méthode nouvelle, bien préférable, qui consiste à décomposer les osazones, lorsqu'elles sont solubles, par l'aldéhyde benzoïque.

La méthode à l'eau oxygénée a été appliquée par Neuberg à l'érythrite inactive et lui a donné deux cétotétroses, le mélange de l et de d-érythrulose, c'est-à-dire *l'érythrulose* racémique.

Cette méthode à l'eau oxygénée n'est pas la seule qui permette de créer une fonction cétonique. L'oxydation biochimique conduit au même résultat. C'est ainsi qu'en faisant agir la bactérie du sorbose sur l'érythrite inactive ordinaire, Bertrand a obtenu le *d-érithrulose*, inconnu jusqu'alors.

L'oxydation biochimique présente le grand avantage de fournir l'un seulement des deux isomères possibles, l'autre servant d'aliment à la bactérie qui se développe. Par contre, on ne peut savoir, *a priori*, à quelle série, gauche ou droite, se rattache le produit qu'on obtient.

Dans le cas de l'érythrulose, Bertrand a montré qu'il s'agissait du d-érythrulose, car, par oxydation, ce cétose donne de l'acide tartrique droit.

TABLEAU II. — *Synthèses récentes.*

AUTEURS	MÉTHODE	SUCRE OBTENU	POLYOL CORRESPONDANT
Ruff	H^2O^2 sur *d*-arabonate de Ca ⊥TT	**d*-érythrose TT	*i*-érythrite.
Ruff et Meusser	H^2O^2 sur *l*-arabonate de Ca T⊥⊥	**l*-érythrose ⊥⊥	*i*-érythrite.
Wohl	Wohl sur *l*-arabinose T⊥⊥		
Neuberg	H^2O^2 sur *i*-érythrite TT	**r*-érythrulose T et ⊥	*i*-érythrite.
Bertrand	Ox. bioch. de *i*-érythrite TT	**d*-érythrulose ⊥	*i*-érythrite ⊥⊥. **d*-érythrite T⊥.
Maquenne	Wohl sur *l*-xylose T⊥T		
Ruff et Kohn	H^2O^2 sur *l*-xylonate de Ca	**l*-thréose ⊥T	* *l*-érythrite.
Fischer et Ruff	H^2O^2 sur *d*-gulonate de Ca ⊥⊥T⊥	**d*-xylose ⊥T⊥	xylite.
—	H^2O^2 sur *l*-gulonate de Ca TT⊥T	*l*-xylose T⊥T	
Ruff et Meusser	H^2O^2 sur isosaccharinate de Ca	*Pentanetriolone : $CH^2OH-CO-CH^2-CHOH-CH^2OH$.	
Kiliani et Nagell	H^2O^2 sur métasaccharinate de Ca	*Pentanetriolal : $CHO-CH^2-(CHOH)^2-CH^2OH$.	

L'ensemble de ces recherches est résumé dans le tableau II.

On voit qu'elles ont fait connaître trois des quatre tétroses aldéhydiques prévus. Pour éviter la confusion, Ruff a proposé de réserver le nom d'*érythroses* aux deux tétroses qui, par hydrogénation, donnent l'érythrite inactive, et d'appeler *thréoses*, par altération du nom précédent, ceux qui conduisent aux deux érythrites actives. L'un de ces thréoses n'est pas encore connu, mais sa synthèse est vraisemblablement possible en partant du xylose droit.

Les deux érythrites actives étant connues, MM. Maquenne et Bertrand ont pu constater que le mélange équimoléculaire de ces deux polyols est bien identique à *l'érythrite* racémique décrite par Griner, il y a une dizaine d'années, dans son remarquable travail sur la synthèse de l'érythrite.

On voit, en se reportant au tableau I, qu'il ne reste à décrire qu'un petit nombre de pentoses, ce

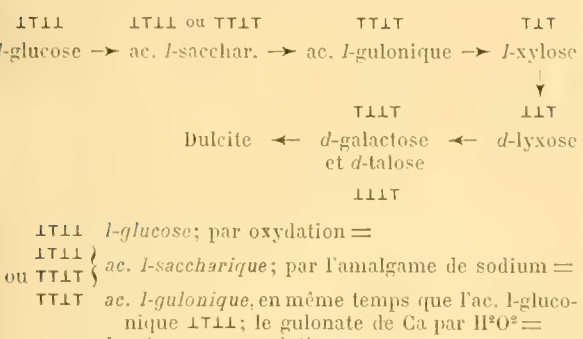
qui n'offre, d'ailleurs, aucun intérêt, puisqu'ils doivent avoir, au pouvoir rotatoire près, les mêmes caractères que leurs antipodes.

La synthèse des deux xyloses, dont j'ai parlé précédemment, a eu sa répercussion dans la série des hexoses.

En effet, ils ont été obtenus en partant des acides guloniques, lesquels dérivent des glucoses; or, Fischer et Ruff, en employant les méthodes générales déjà connues, ont réalisé la synthèse du *d*-galactose en partant du *l*-xylose.

Il en résulte une relation directe entre le glucose et le galactose, c'est-à-dire entre la sorbite et la dulcite, laquelle a paru, pendant longtemps, une sorte de type indépendant, distinct par l'ensemble de ses caractères, de ses isomères, la sorbite et la mannite.

Le schéma suivant représente les étapes qu'il faut franchir pour passer du glucose au galactose :



⊥T⊥⊥ *l-glucose*; par oxydation =
⊥T⊥⊥ ou TT⊥T *ac. l-saccharique*; par l'amalgame de sodium =
TT⊥T *ac. l-gulonique*, en même temps que l'ac. l-gluconique ⊥T⊥⊥; le gulonate de Ca par H^2O^2 =
T⊥T *l-xylose*; par oxydation =
T⊥T *ac. l-xylonique*; le xylonobromure de Cd, traité par H^2S, puis chauffé trois heures avec la pyridine, s'isomérise =
⊥⊥T *ac. d-lyxonique*; dont la lactone, par l'amalgame de sodium =
⊥⊥T *d-lyxose*; soumis à la méthode de Kiliani =
T⊥⊥T *d-galactose*, en même temps que le d-talose ⊥⊥⊥T.

On remarquera que le passage du xylose au lyxose s'opère avec un changement de signe.

Il serait préférable de considérer le *d*-lyxose et le *d*-galactose, qui est le galactose naturel, comme appartenant à la série gauche, puisqu'ils dérivent du *l*-glucose.

Les choses seraient ainsi mieux d'accord avec ce qui se passe dans la Nature. On sait, en effet, que la décomposition de l'acide carbonique de l'air sous l'influence des radiations solaires, dans les cellules chlorophylliennes, donne naissance aux deux glucoses, le droit et le gauche. Or, tandis que le glucose droit persiste, ou prend les multiples formes de condensation qu'on appelle dextrines, amidon, cellulose, son isomère lévogyre se dégrade, donne naissance aux pentoses, qui sont tous effectivement gauches, ou bien retourne, par un chemin analogue à celui qui vient d'être décrit, au galactose et aux galactanes, qui doivent être gauches, par conséquent.

Aucune raison spéciale ne s'oppose à ce changement de signe. Le galactose naturel avait été rangé dans la série droite alors qu'on ignorait complètement les relations qui permettent de le rattacher maintenant au *l*-glucose.

Une nouvelle relation entre la dulcite et la sorbite et l'idite résulte de récents travaux de Lobry de Bruyn et Ekenstein. Ces savants avaient autrefois constaté qu'en traitant le galactose par la potasse étendue à 70°, il se produit, par isoméries successives, un mélange de *tagatose* et d'un sucre qu'ils nommèrent *pseudo-tagatose*. En reprenant ces expériences, ils ont reconnu que ce dernier sucre est identique au *l*-sorbose, lequel, par hydrogénation, donne de la *l*-sorbite et de la *l*-idite :

T(⊥⊥T) *d*-galactose → (T⊥T) *l*-sorbose → { ⊥(T⊥⊥) *l*-sorbite. ⊥(T⊥T) *l*-idite.

Inversement, quand on traite par KOH, de la même façon, le *l*-sorbose, on obtient du *d*-galactose.

Ces transformations sont analogues à celles qui se produisent quand on fait agir la potasse sur le glucose :

T(⊥TT) *d*-glucose → (⊥TT) *d*-fructose → { ⊥(⊥TT) *d*-mannite. T(⊥TT) *d*-sorbite.

Seulement, ici, la transformation est moins profonde, puisqu'elle ne porte que sur le deuxième oxhydrile, tandis que, dans le cas du galactose, le troisième est affecté.

Il y a lieu de remarquer que, dans cette réaction, encore, le *d*-galactose donne des produits de la série gauche. Il y a donc là une nouvelle raison de considérer le galactose naturel comme étant le *l*-galactose.

§ 2. — Nouveaux sucres naturels.

L'étude des produits naturels a fait connaître quelques sucres réducteurs nouveaux.

Vongerichten, en hydrolysant par les acides minéraux l'apiine, qu'on extrait de la graine du persil, a obtenu du glucose et un sucre, l'*apiose*, auquel il a reconnu la constitution d'un pentose à chaîne arborescente :

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>\!COH - CHOH - CHO,$$

qui donne, par oxydation, l'acide apionique; lequel, réduit par l'acide iodhydrique en présence de phosphore, fournit l'acide isovalérique.

L'existence, dans la Nature, de composés sucrés de cette forme est à rapprocher de celle de l'alcool isoamylique et aussi de celle de la leucine, qu'on sait être l'acide amino-isovalérique.

L'hydrolyse de la cyclamine à fourni à Plzak le *cyclose*, pentose dont la constitution n'est pas encore bien établie et que déjà Raymann avait entrevu.

Enfin, l'hydrolyse de la convolvuline a donné à Volocek un mélange de deux sucres, l'*isorhodéose* et le *rhodéose*, ainsi que du glucose. Ces corps paraissent être des méthylpentoses; le rhodéose est probablement l'antipode du fucose de Tollens, d'après l'opinion même de cet auteur.

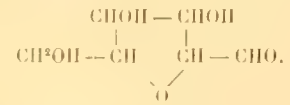
Une foule de produits naturels, de produits exotiques notamment, n'ont pas encore été étudiés d'une manière approfondie. Il est certain que la liste des sucres naturels n'est pas close.

§ 3. — Sucres connus, dont la constitution a été établie récemment.

Les recherches récentes poursuivies dans le but de pénétrer la structure inconnue de quelques sucres ont donné d'intéressants résultats.

Tout d'abord, en montrant l'identité du pseudotagatose et du l-sorbose, Lobry de Bruyn et Ekenstein ont fourni une relation importante entre la sorbite et la dulcite. Nous en avons parlé précédemment.

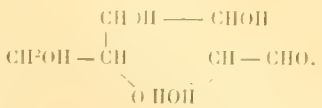
La plus grande incertitude régnait quant à la constitution du *chitose*; Fischer a montré que c'est un sucre furfurique répondant à la formule :



On sait que le chitose dérive de la chitosamine, un sucre aminé dont on aura occasion de parler un peu plus loin, qui a pour formule :

$$CH^2OH - (CHOH)^3 - CH(AzH^2) - CHO$$

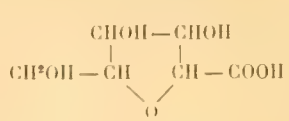
Or, en traitant ce corps par l'acide azoteux, on obtient le chitose, au lieu du mélange de glucose et de mannose que la réaction classique permet de prévoir. Fischer a montré que les choses se passent cependant comme l'indique la théorie; mais une anhydrisation interne, qui se produit simultanément, ferme une chaîne furfurique et donne le chitose :



dont la formule est $C^6H^{10}O^5$ et non pas $C^6H^{12}O^6$ qu'on lui assignait autrefois.

Il en résulte que les dérivés de ce sucre doivent être formulés avec H^2O de moins.

L'acide chitonique $C^6H^{12}O^7$, par exemple, devient $C^6H^{10}O^6$, répondant au schéma :



Cependant, l'acide chitarique conserve sa formule, simplement parce qu'on le tenait pour l'anhydride du précédent. Il ne paraît être, en réalité, que l'un de ses isomères.

§ 4. — Réactions nouvelles des sucres.

Quelques recherches sur les réactions des sucres sont à signaler. Celles de Neuberg ne reposent pas, à vrai dire, sur une propriété nouvelle, puisqu'elles sont relatives à la préparation des hydrazones et des osazones; mais cet auteur a montré l'intérêt qu'il y avait, parfois, à substituer, à la phénylhydrazine employée habituellement, une phénylhydrazine substituée dissymétrique du type $AzH^2 - AzR.C^6H^5$, par exemple la *méthyl* ou la *benzylphénylhydrazine*.

En effet, ces hydrazines donnent avec les *aldoses* des *hydrazones* incolores seulement, et, avec les *cétoses*, des *osazones* colorées.

La réaction se fait en liqueur acétique, au bain-marie, et l'on sait que, dans ces conditions, la phénylhydrazine donne toujours des osazones.

Avec les osones, on a également des osazones colorées, mais la réaction a lieu à froid.

L'emploi de ces hydrazines est donc un excellent moyen d'obtenir les sucres à l'état pur, lorsque leur hydrazone se forme sans difficulté, car ces combinaisons sont ensuite facilement décomposées par l'aldéhyde benzoïque ou formique.

Il est bon de rappeler que la phénylhydrazine habituellement employée donne des hydrazones solubles en général, difficiles à purifier et à priver, notamment, de l'osazone qui tend toujours à se former.

L'emploi de ces phénylhydrazines substituées fournit encore un moyen de distinguer les cétoses des aldoses, et ce moyen paraît bien préférable à la réaction empirique de Séliwanoff, qui consiste à traiter le sucre par un excès d'HCl à chaud, en présence d'une petite quantité de résorcine, les cétoses donnant ainsi une coloration rouge.

Parmi les autres réactions ou combinaisons récemment étudiées, je signalerai que Schorl, d'Amsterdam, a montré que les sucres aldéhydiques se combinent à l'urée, à la thio-urée, ainsi qu'à leurs produits de substitution asymétrique, en présence de l'acide sulfurique étendu, pour donner des produits semblables aux oximes et aux hydrazones. Il suffit que l'urée renferme un AzH^2 intact, mais l'action est limitée. Par exception, la diphénylurée dissymétrique ne réagit pas. Les corps ainsi obtenus sont réducteurs et donnent des phénylosazones.

Enfin, Ekenstein, tout récemment, a réussi à obtenir les acétals des sucres réducteurs avec l'aldéhyde benzoïque, en employant, comme déshydratant, non plus les acides chlorhydrique ou sulfurique, avec lesquels on n'avait jamais réussi, mais l'anhydride phosphorique. Les acétals des pentoses sont des corps qui cristallisent bien, mais ceux des hexoses sont des substances huileuses.

§ 5. — Constitution des sucres réducteurs.

Nous allons maintenant considérer l'ensemble des observations faites dans ces dernières années, et chercher ce qui s'en dégage au point de vue de la constitution des sucres. On peut en tirer des indications du plus grand intérêt.

On sait que la première hypothèse relative à la constitution des sucres est celle de Fittig, qui leur assigne une formule aldéhydique ou cétonique, représentant le glucose, par exemple, par $CHO-(CHOH)^4-CH^2OH$.

En effet, les sucres réducteurs se comportent comme des aldéhydes dans la plupart de leurs réactions. Ainsi, ils donnent, quand ils sont aldéhydiques, des acides mono, puis bi-basiques par oxydation, et deux acides quand ils sont cétoniques; au total, ces acides renferment autant de O que le sucre qui leur a donné naissance. Ils donnent des hydrazones, des oximes, ils se combinent à l'acide cyanhydrique et recolorent la fuchsine décolorée par l'acide sulfureux sans excès.

Cependant, par beaucoup de leurs caractères, les sucres s'écartent des aldéhydes. Ainsi, ils sont généralement inaltérables. Seuls, les termes inférieurs se polymérisent facilement et se combinent aux bisulfites alcalins; c'est le cas de l'aldéhyde glycérique, de la dioxyacétone et de l'aldéhyde glycolique.

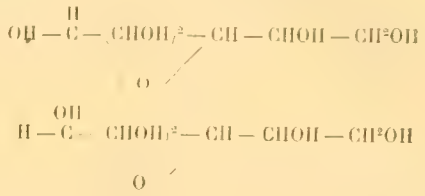
Les termes plus élevés, qui sont réellement ce qu'on appelle les sucres, ne jouissent d'aucune de ces propriétés.

Enfin, si les aldoses recolorent la fuchsine sulfureuse, par contre les cétoses ne la recolorent pas.

Ces raisons ont amené autrefois Tollens à proposer des formules oxydiques pour les sucres.

Cette nouvelle conception avait l'avantage, en expliquant les anomalies précédentes, de prévoir des formes isomériques, inexplicables avec les formules précédentes. Tollens considère le glucose comme dérivant d'un hexaneheptol par formation d'une fonction oxyde d'éthylène; d'où deux isomères possibles, si l'on admet toutefois que cette anhydrisation ne s'effectue pas indifféremment avec l'un ou l'autre des oxhydriles de la chaîne, mais seulement avec l'un d'eux. Lobry de Bruyn, Ekenstein, Marchlewski admettent que cette fonction oxyde d'éthylène est en 1.2; Fischer la suppose plutôt en 1.4.

Ces deux formes possibles sont donc :



On connaît, en effet, avec Jacobi et Skraup, deux phénylhydrazones du glucose isomères. On sait que les glucosides artificiels de Fischer forment deux séries isomères, α et β. Les premiers sont hydrolysables par les diastases de la levure (sucrase, maltase, etc.), tandis que les glucosides β ne sont attaqués que par l'émulsine des amandes, laquelle ne réagit pas sur la série α. Les deux schémas précédents rendent bien compte de cette isomérie.

Faut-il donc rejeter complètement l'hypothèse de Fittig et se ranger à l'avis de Tollens? Il ne faut, en réalité, abandonner ni l'une ni l'autre de ces deux conceptions, car les sucres semblent prendre tantôt la forme aldéhydique, tantôt la forme oxydique, et cela sous l'influence des réactifs, suivant les conditions de milieu.

En effet, Tanret, par ses remarquables recherches sur l'isomérie des sucres, en a fait connaître trois formes. Pour le glucose, par exemple, il a décrit : le glucose α, dont le pouvoir rotatoire, instable en dissolution, décroît jusqu'à la limite de 52°,6; le glucose β, dont le pouvoir rotatoire est stable et précisément de 52°,6; enfin le glucose γ, qui présente une multirotation inverse de celle de α et donne une déviation qui s'élève jusqu'à la même limite. Les deux formes α et γ sont instables en dissolution et s'acheminent toutes deux vers la forme stable β.

Ainsi s'explique nettement le phénomène de la multirotation, observé d'une manière générale chez les sucres.

J'ai eu l'occasion de vérifier que ces transformations s'opèrent suivant une logarithmique, qui m'a permis de déterminer le pouvoir rotatoire initial de chacune des deux variétés α et γ. J'ai trouvé, pour α, +109°, c'est-à-dire plus du double de la déviation donnée par le glucose ordinaire, et +19°,8 pour β.

Simon a proposé de considérer le glucose β comme répondant à la formule aldéhydique, α et γ étant, de part et d'autre, les isomères oxydiques.

Tanret a également montré qu'il existe trois pentacétines du glucose. Nous allons voir qu'il est possible de considérer l'une d'elles comme correspondant à la formule aldéhydique, les deux autres correspondant aux deux formes oxydiques.

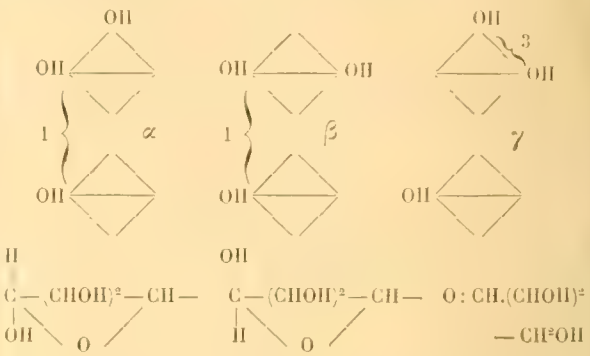
En effet, Fischer et Armstrong ont obtenu les deux méthylglucosides α et β, en partant des deux pentacétines fusibles à 112 et 134°, que Tanret a désignées par γ et α. La méthode élégante employée par ces chimistes est assez nouvelle en Chimie organique, car elle fait intervenir la basse température de l'air liquide. Voici comment ils ont opéré : 5 grammes d'acétine étant introduits dans un tube étiré qu'on place dans l'air liquide, on fait arriver un courant de gaz chlorhydrique sec jusqu'à ce qu'on en ait solidifié 7 à 10 centimètres cubes. On scelle alors le tube, qu'on abandonne à la température ordinaire. Quand l'acétine est dissoute, on replonge le tube dans l'air liquide, avec les précautions d'usage, et l'on ouvre. Le contenu est dissous dans l'éther, et l'acide chlorhydrique éliminé par l'eau glacée et le bicarbonate de soude. L'évaporation de l'éther donne un *tétracétylchloroglucose* $C^6H^7OCl(C^2H^3O^2)^4$, qui, traité par le carbonate d'argent et l'alcool méthylique, se transforme en méthyl-glucoside tétracétylé qu'on saponifie par la baryte.

Fischer et Armstrong ont montré que la même relation existe entre les acétines des autres sucres et les glucosides correspondants.

Armstrong, de son côté, a poursuivi ces recherches et s'est proposé de faire le chemin inverse. Il a pu montrer, assez simplement, que l'hydrolyse des méthylglucosides α et β régénère les sucres α et γ de Tanret, c'est-à-dire les deux variétés auxquelles Simon attribue les formes oxydiques. En faisant agir la sucrase sur le méthylglucoside α, il obtient un liquide dont le pouvoir rotatoire s'abaisse instantanément quand on l'additionne d'une petite quantité d'ammoniaque. D'autre part, en hydrolysant l'isomère β par l'émulsine, la même addition d'ammoniaque produit, au contraire, une élévation du pouvoir rotatoire. Le sucre mis en liberté est donc α dans le premier cas et γ dans le second. On sait, en effet, que les sucres prennent très rapidement leur pouvoir rotatoire définitif lorsque l'on fait intervenir, soit la chaleur, soit une trace d'ammoniaque.

Pour coordonner ces faits, on voit qu'il faudrait appeler α et β les deux glucoses doués de multirotation, qui correspondent aux deux glucosides α et β, appeler de même les deux acétines γ et α de Tanret, et, en un mot, considérer les lettres α et β comme représentant les deux isomères oxydiques. Le symbole γ serait alors celui de la forme aldéhydique. Le glucose β, à pouvoir rotatoire stable et intermédiaire entre les deux précédents, ainsi que l'acétine correspondante, appartiendraient à la série γ.

La possibilité de ces trois formes simultanées apparaît bien en considérant le schéma suivant, dans lequel le tétraèdre figurant le carbone terminal de la chaîne prend les trois positions possibles, les autres carbones restant fixes :



Dans les deux premières positions, l'anhydrisation s'opère avec l'un des oxhydriles de la chaîne : ce sont les formules oxydiques. Dans la troisième, l'anhydrisation ne peut plus se produire qu'entre les deux oxhydriles du même carbone : c'est la forme aldéhydique.

Je dois dire, cependant, que Armstrong ne croit pas à l'existence de la forme aldéhydique. Il pense que le glucose, par exemple, n'existe que sous les deux formes multirotatoires, et que celui qui donne une déviation stable (β actuellement) n'est qu'un mélange répondant à un certain équilibre entre les deux précédents.

Il est de fait qu'on peut réaliser un pareil mélange, ainsi que je l'ai fait, et constater la stabilité de son pouvoir rotatoire.

Mais cela n'est pas une preuve décisive, car les deux glucoses se transforment avec des vitesses égales et le résultat peut aussi bien être invoqué dans un sens que dans l'autre. Il faudrait, pour en tirer une conclusion formelle, opérer sur un mélange de deux sucres ayant des vitesses de transformation inégales.

II. — Recherches sur les polyoses.

§ 1. — Polyoses naturels.

La liste des polyoses naturels s'est enrichie pendant ces dernières années de quelques produits nouveaux.

On doit à Tanret le premier hexotétrose connu, le *stachyose*, qu'on extrait du *Stachys tuberifera* (appelé communément Crosne), et qu'on avait jusque-là considéré comme un triose. Tanret a montré l'identité du stachyose et du *mannéotétrose*, extrait par cet auteur de la manne du frêne. Le stachyose, sous l'influence des diastases hydrolysantes, telles que l'invertine et l'émulsine, ou sous l'action des acides faibles, comme l'acide acétique, se dédouble en lévulose et *manninotriose*, lequel est un triose

nouveau, que les acides résolvent en lévulose, glucose, galactose.

Ch. et G. Tanret ont fait connaître le *rhamninose*, $C^{18}H^{32}O^{15}$, qu'ils ont obtenu en soumettant à une hydrolyse ménagée la xanthorhamnine, le glucoside que renferme la graine de Perse. Ce sucre est encore un triose, qui se dédouble, par les acides, en 2 molécules de rhamnose et 1 molécule de glucose.

Un autre triose, également nouveau, a été extrait par Bourquelot et Hérissey de la gentiane : le *gentianose* $C^{18}H^{32}O^{16}$. Les acides étendus, à 100°, en séparent du lévulose et un biose, que ces auteurs ont appelé le *gentiobiose*, $C^{12}H^{22}O^{11}$, lequel est hydrolysé à son tour, par les acides étendus, mais à 110°, et transformé en deux molécules de glucose.

Enfin un nouveau biose, le *cellose*, $C^{12}H^{22}O^{11}$. $1/2\ H^2O$, a été récemment décrit par Skraup et Kœnig. Il s'obtient en traitant la cellulose du papier par un excès d'anhydride acétique et saponifiant l'acétine produite. Ce sucre serait, d'après les auteurs, un isomère du maltose.

Comme on le voit, aucun sucre réducteur nouveau n'intervient dans la constitution des polyoses nouvellement étudiés. L'étude plus approfondie de ceux que fournissent les polyoses plus anciennement connus, reprise par Tollens et ses élèves, n'a pas non plus fourni de résultats imprévus. Il y a cependant lieu de mentionner la présence, non encore signalée, du fucose parmi les produits d'hydrolyse de la gomme adragante.

Sur les polyoses complexes, peu de recherches ont été faites en dehors de celles de M. Maquenne, qui jettent un jour tout nouveau sur la constitution de l'amidon et permettent de saisir le mécanisme de sa formation dans les plantes. Contrairement à ce que l'on croyait, l'empois d'amidon, chauffé à 120° et refroidi immédiatement, est seul entièrement saccharifiable par le malt. Si la saccharification n'est pas immédiate, on constate une *rétrogradation* progressive, accélérée par le froid, par les alcalis ou les acides en petite quantité, rapide sous l'influence d'une diastase, l'amylo-coagulase, extraite dernièrement par Wolf et Fernbach des feuilles et des graines.

Le fait remarquable est que cet amidon rétrogradé, devenu inattaquable par les diastases du malt, peut atteindre la proportion de 30 % du poids de la fécule mise en œuvre.

Il n'est pas constitué par un produit homogène. Il représente, au contraire, une série d'états progressifs de condensation, dont la résistance aux agents d'hydratation, diastases ou acides, est variable avec les conditions d'attaque.

Dans le grain de fécule cru, l'amidon est en quelque sorte protégé par une série d'enveloppes concentriques d'amidon rétrogradé, ce qui explique son mode de formation dans certaines conditions de composition du suc cellulaire, ainsi que sa permanence lorsque celles-ci lui deviennent hostiles.

L'amidon est donc un véritable colloïde, qui se modifie incessamment, en présentant des états infiniment variés d'hydratation.

La teneur en iode très variable, comme l'on sait, de ses pseudo-combinaisons avec ce métalloïde s'accorde bien avec cette manière de voir.

§ 2. — Essais de synthèse des polyoses.

Ainsi qu'on pouvait le prévoir, divers chimistes ont poursuivi avec persévérance des essais de synthèse des polyoses. Leurs efforts ont été vains, en ce sens qu'aucun sucre naturel, tel que le saccharose, n'a pu être reproduit artificiellement. Mais ils n'ont pas été stériles, car ils ont fait connaître des produits nouveaux, des bioses, dont la constitution n'est certainement pas très éloignée de celle de leurs isomères naturels.

Les tentatives ont été faites par deux voies différentes. On a employé la méthode chimique et la méthode physiologique.

Nous avons décrit l'élégant procédé dont Fischer et Armstrong se sont servis pour préparer les acétochlorhydrines et les acétobromhydrines en partant des acétines. Ces produits ont été précisément préparés dans le but d'obtenir, par réaction avec les glucoses sodés, des combinaisons de la forme des bioses. En effet, Fischer et Armstrong ont obtenu ainsi le *galactosidoglucose*, par réaction du glucose sodé sur l'acétochlorhydrine du galactose, et, inversement, le *glucosidogalactose*; l'un et l'autre de ces deux corps donnant les mêmes produits de dédoublement que le lactose, sans être identiques à celui-ci. Cependant, le premier pourrait être le même sucre que le *mélibiose*, le biose qu'on obtient en hydrolysant partiellement le raffinose et qui se dédouble en glucose et galactose droits ; mais le fait n'est pas démontré. Ces auteurs ont également obtenu le *galactosidogalactose*.

La méthode physiologique ou diastasique a pour origine les expériences de Hill, dont le retentissement a été grand.

En soumettant à l'action de la maltase, extraite de la levure, des solutions concentrées de maltose, Hill avait observé que la transformation de ce sucre en glucose est limitée et que, inversement, en faisant réagir cette même maltase sur du glucose en solution concentrée, une partie de celui-ci retourne à l'état de maltose. C'était établir le principe de la réversibilité des actions diastasiques et poser les bases d'une méthode de synthèse des polyoses naturels qui promettait d'être féconde.

Les résultats publiés par Hill ont été soumis à de nombreuses vérifications, car il importait d'avoir la certitude d'un fait de cette importance. Ils ont été contestés. Emmerling s'efforça de démontrer que la réversibilité n'existe pas, au sens rigoureux du mot, car, d'après lui, il ne se forme pas de maltose, mais de l'isomaltose et de la dextrine; on sait que l'isomaltose est un polyose, de nature mal définie, que Fischer a obtenu en traitant le glucose par l'acide chlorhydrique. Pottevin, par contre, a défendu les conclusions de Hill en montrant que, s'il se forme de l'isomaltose, celui-ci n'est, en réalité, qu'un mélange de maltose et de dextrine.

Il semble donc que le maltose n'est pas le seul produit de condensation du glucose sous l'influence de la maltase. En effet, Hill, en reprenant ses expériences, a trouvé que le maltose, dont il confirme l'existence, est accompagné d'un autre biose, qu'il a appelé *revertose*.

Fischer et Armstrong ont essayé l'action condensante des diastases sur des mélanges de sucres différents. Ils ont fait agir la laccase du kéfir sur une solution concentrée de glucose et de galactose à poids égaux, espérant obtenir le lactose. Ce qu'ils ont obtenu est un biose différent, qu'ils ont appelé *isolactose*, fermentescible par la levure basse et non dédoublable par l'émulsine, contrairement au lactose ordinaire.

Comme on le voit, les diastases hydrolysantes produisent bien une condensation, quand elles agissent sur les sucres en solution concentrée, mais cette action de réversibilité ne reproduit pas nécessairement le polyose originel. Ceci enlève une partie du grand intérêt que présentait le phénomène et ne justifie plus toutes les espérances que les premières conclusions de Hill avaient fait naître.

III. — Les aminopolyols.

Nous arrivons maintenant à la troisième et dernière partie de cette étude. Après avoir parlé des sucres réducteurs et des sucres hydrolysables, j'aborde le sujet des sucres aminés, devenus, par les recherches récentes, l'objet d'un chapitre assez intéressant dans la chimie des sucres.

On en connaît trois séries : les *imines*, les *osamines*, les *glucamines*. Les deux premières sont connues depuis longtemps; mais ce n'est que grâce aux travaux récents de Fischer et Leuchs qu'on est maintenant fixé sur leur véritable constitution.

§ 1. — Imines.

Les premiers sucres aminés connus sont ceux qu'obtinrent Lobry de Bruyn et van Leent, en faisant réagir l'ammoniaque sur la solution des sucres dans l'alcool méthylique. Fischer a montré que ces corps sont des imines, qui répondent à la formule générale : $CH^2OH — (CHOH)^2 — CH : AzH$.

Ce sont des produits très faiblement basiques, très altérables, qui se dédoublent par hydrolyse avec la plus grande facilité.

§ 2. — Osamines.

D'autres sucres aminés avaient été ultérieurement préparés par Fischer, en réduisant les phénylosazones par le zinc et l'acide acétique. Il leur a donné le nom d'osamines. Ceux-là sont de véritables amines; mais elles renferment une fonction aldéhydique ou cétonique qui leur confère les propriétés réductrices des sucres et en fait encore des produits très altérables.

Le type de ces osamines, l'*isoglucosamine*, a pour formule de constitution : $CH^2OH — (CHOH)^3 — CO — CH^2AzH^2$.

M. Maquenne en a vérifié tout dernièrement l'exactitude : en soumettant ce corps à la réduction par l'amalgame de sodium, il a obtenu le mélange prévu de glucamine et de mannamime, bases nouvelles, dont je parlerai dans un instant.

A cette classe des osamines, Fischer avait rattaché, sans pouvoir cependant lui assigner de formule certaine, la *chitosamine*, une base que l'on obtient très facilement à l'état de chlorhydrate ou de bromhydrate, en attaquant, par l'un ou l'autre des acides concentrés, la chitine de la carapace des crustacés ou celle des champignons. Fischer et Leuchs ont réalisé dernièrement une brillante synthèse de cette osamine et montré qu'elle est précisément l'un des isomères de l'isoglucosamine. Son nom de chitosamine, qui ne précisait pas sa constitution et rappelait plutôt son origine, doit être remplacé par celui de *glucosamine*, qui convient mieux à sa formule :

$$CH^2OH — (CHOH)^3 — CH(AzH^2) — CHO$$

La synthèse de Fischer et Leuchs a été réalisée en partant de la l-arabinosimine de Lobry de Bruyn, une imine de la classe précédente. En voici les phases principales :

$$CH^2OH — (CHOH)^3 — \underset{\underset{AzH}{\|}}{CH} \quad \text{arabinosimine, par } HCAz =$$

$$CH^2OH — (CHOH)^3 — \underset{\underset{AzH^2}{|}}{CH.CAz} \quad \text{nitrile, qui, par saponification} =$$

$$CH^2OH — (CHOH)^3 — \underset{\underset{AzH^2}{|}}{CH.COOH} \quad \text{acide chitamique.}$$

L'acide chitamique ainsi obtenu n'est que l'isomère actif de celui qu'on obtient en oxydant la chitosamine, et l'hydrogénation de sa lactone donne seulement la *l*-glucosamine, l'isomère de la chito-

samine, laquelle se trouve être par conséquent la *d*-glucosamine.

Pour réaliser la synthèse rigoureuse de la base naturelle, il faudrait donc partir du *d*-arabinose, au lieu de partir de l'arabinose naturel; mais il n'y a aucune raison de supposer que le résultat ne sera pas celui que l'analogie indique.

Je rappellerai que cette synthèse, en établissant la formule de la chitosamine, a permis à Fischer de déterminer la nature exacte du chitose, le sucre furfurique qui résulte de son traitement par l'acide nitreux, dont j'ai parlé précédemment à propos des sucres réducteurs.

§ 3. — Glucamines.

La troisième classe des sucres aminés est celle des glucamines, qui sont des aminopolyols connus depuis peu de temps. Ils répondent à la formule :

$$CH^2OH - (CHOH)^n - CH^2AzH^2.$$

Leur mode de préparation paraît pouvoir s'appliquer à tous les sucres réducteurs. Il consiste à réduire l'oxime de ces sucres par l'amalgame de sodium :

$$\begin{aligned} CH^2OH - (CHOH)^n - CH : AzOH + 4H \\ = CH^2OH - (CHOH)^n - CH^2AzH^2 + H^2O. \end{aligned}$$

Nous avons fait connaître, M. Maquenne et moi, le premier terme de la série, la *glucamine*, obtenue en partant du glucose; j'ai décrit depuis la *galactamine*, la *mannamine*, l'*arabinamine*, la *xylamine*, qui dérivent du galactose, du mannose, de l'arabinose et du xylose.

Par leurs propriétés, ces amines forment un contraste frappant avec les précédentes. Ce sont, en effet, des produits stables, qui se comportent comme les bases fortes, chassant l'ammoniaque de ses combinaisons et réagissant à la façon de la potasse et de la soude sur les solutions métalliques. Elles ne renferment plus de fonction adéhydique ni cétonique, et réagissent tant par leurs oxhydriles alcooliques, en donnant des dérivés tétra ou pentacétylés, des tétra ou pentaphénylurethanes, que par leur fonction amine primaire, en donnant des sels, des urées, des combinaisons avec l'aldéhyde benzoïque, l'acétylacétone, etc.

Les glucamines donnent avec le sulfure de carbone une réaction qui paraît générale aux aminopolyols et peut servir à les caractériser. Quand on chauffe leur solution aqueuse, à 100°, avec du sulfure de carbone, il se forme un sénévol, comme avec les amines primaires en général; mais, ici, la chaîne se ferme par une réaction interne et l'on obtient une *mercapto-oxazoline* :

$$\begin{aligned} CSAzCH^2 - (CHOH)^n - CH^2OH \rightarrow \\ \rightarrow (SH)C \begin{cases} Az - CH^2 \\ O - CH - (CHOH)^{n-1} - CH^2OH. \end{cases} \end{aligned}$$

Les oxazolines cristallisent bien et donnent avec le nitrate d'argent des dérivés également cristallisés caractéristiques.

Ces sucres aminés présentent-ils quelque intérêt en dehors du domaine de la Chimie pure? C'est ce que je voudrais montrer avant de terminer.

On sait que les éléments minéraux de l'air et de l'eau pénètrent par la plante dans le cycle de la vie organique : or, le premier édifice moléculaire qui se forme est celui qui constitue les sucres. La décomposition de l'acide carbonique de l'air, en présence de l'eau, dans les cellules chlorophylliennes des feuilles, produit de l'aldéhyde formique, qui se polymérise immédiatement et fournit le glucose, origine de tous les sucres et de tous leurs multiples produits de condensation. La plupart d'entre eux ont été reproduits ainsi par voie de synthèse, et, si les polyoses, du saccharose à la cellulose, n'ont pu être encore obtenus artificiellement, du moins leur synthèse n'offre-t-elle rien de mystérieux. En un mot, on s'explique sans peine la formation de tous les principes ternaires en partant du glucose. On se trouve arrêté lorsqu'il s'agit de faire intervenir l'azote.

D'autre part, on a été amené à considérer l'albumine comme une sorte de sucre azoté. On a vu que la glucosamine est la partie essentielle de la chitine. Neuberg a trouvé de la galactosamine dans les produits de décomposition de certaines matières albuminoïdes.

De sorte que, par deux chemins opposés, par celui de la synthèse, comme par celui de l'analyse, la même conclusion s'impose : deux groupements chimiques sont en quelque sorte les pivots de la vie, celui des sucres et celui de l'ammoniaque.

N'est-il pas permis dès lors d'espérer que l'étude des sucres aminés pourra conduire un jour à la synthèse de l'albumine?

Déjà, il est facile de passer de l'un d'eux à l'acide amidocaproïque, isomère de la leucine, dont la présence est constante dans les produits de dédoublement de l'albumine. En effet, on obtient cet acide amidé en réduisant l'acide chitamique, produit d'oxydation de la chitosamine, par l'acide iodhydrique, dans certaines conditions, ainsi que j'y suis arrivé dans des recherches pour lesquelles j'ai eu la mauvaise fortune d'être devancé par Neuberg et Wolf, qui, en Allemagne, ont fait connaître ce même résultat.

On voit donc le grand intérêt physiologique et chimique que présentent les sucres aminés. Je n'insisterai pas davantage [1].

Eugène Roux,
Docteur ès sciences,
Assistant au Muséum.

[1] Conférence faite au Laboratoire de Chimie organique de la Sorbonne.

L'OCÉANOGRAPHIE
DANS LE VOISINAGE IMMÉDIAT DU RIVAGE

Dans un précédent article[1], j'ai résumé quelques conseils généraux, fruits d'une assez longue expérience, pour les personnes désireuses de s'occuper d'Océanographie. Je m'adressais plus particulièrement à des médecins de la marine, dont plusieurs, qui m'avaient fait l'honneur de me demander des instructions, avaient l'intention d'utiliser, au profit d'une science aussi peu cultivée en France qu'elle prend chaque jour de plus vastes développements à l'Etranger, les loisirs de longues navigations, le plus souvent accomplies à bord de paquebots suivant un même parcours et à des époques très diverses de l'année. Je continuerai aujourd'hui ces instructions. En les écrivant, j'aurai spécialement en vue les plus humbles des navigateurs, — que ne suis-je de leur nombre! — ceux qui habitent au bord de la mer et sont possesseurs d'une simple embarcation se manœuvrant à l'aviron ou, tout au plus, munie d'une voile tellement restreinte que quiconque, ou à peu près, est en état de s'en servir : amateurs de pêche ou de promenades sur l'eau, ou des deux à la fois, comme il y en a tant dans les ports. Sortant dès l'aube, seuls ou trois à quatre ensemble, ils emportent leur déjeuner, hissent leur voile pour arriver plus vite à la place dont chacun garde mystérieusement le secret : herbier, creux de sable ou banc de roches autour duquel abondent tels ou tels poissons. Parvenu à destination, on amène la voile et l'on tend les lignes, les palangres ou les nasses jusqu'au soir, vers l'heure où le soleil, s'abaissant sur l'horizon, s'éclaire d'éclatantes colorations rouges et envoie sur les flots de grandes ombres qui teintent en bleu sombre le creux des ondulations dont la crête, rasée obliquement par les rayons lumineux, se montre toute scintillante de reflets. Les engins sont rentrés à bord, le grappin est levé, la voile est hissée de nouveau et le bateau, s'inclinant sous la poussée de la brise, prend la route du retour pendant que les pêcheurs, dont un seul tient le gouvernail, achèvent d'enrouler les lignes sur leurs cadres, remettent les hameçons enlevés, nettoient la vieille boëtte et mettent tout en ordre dans les coffres. L'extrême limite de leurs territoires de pêche ne dépasse guère une cinquantaine de mètres de fond.

C'est pour ces très modestes océanographes que j'écris. Malgré la modicité des ressources dont ils disposent, ils ne se doutent pas des immenses services qu'ils sont en mesure de rendre à la science d'abord, à eux-mêmes ensuite, par le plaisir et l'intérêt qu'ils trouveront à exécuter leurs investigations scientifiques. Puissé-je être assez heureux pour le leur persuader!

I

Je suppose que ceux auxquels je m'adresse ne sont point ignorants des éléments de l'Océanographie; s'ils l'étaient, mon précédent article les renseignerait sur ce qu'ils ont à faire. Le but que nous nous proposons est l'étude complète de la région maritime voisine de la localité habitée par le futur explorateur et que, selon un principe immuable, il conviendra de représenter sur une série de cartes. Pour obtenir ces résultats, les instruments et appareils indispensables ne sont ni nombreux, ni compliqués, ni coûteux. Le champ d'investigation s'étendra depuis le bord même de la mer jusque par 50 mètres de profondeur. Cette zone forme une unité bien complète, ayant des caractères parfaitement distincts, parmi lesquels le plus saillant est d'être la région où l'agitation superficielle de l'eau, c'est-à-dire les vagues et les courants, exerce son action avec le maximum d'énergie.

Le premier soin doit être de vérifier la carte du fond. J'emploie à dessein le mot « vérifier » et non le mot « dresser ». En Europe, en effet, si peu importante que soit la localité dont on veut s'occuper, il est douteux qu'il s'en trouve une seule qui ne soit pas représentée sur des cartes marines. Tout au plus se pourrait-il que la carte en fût à une très petite échelle. C'est pourquoi il conviendra d'abord de se procurer la carte de la région à explorer; dans le cas où elle serait à une échelle trop faible, on en ferait un agrandissement graphique. D'une manière ou de l'autre, on profitera des cotes indiquées pour tracer les isobathes, dont l'écartement sera choisi avec tact. Si rien ne s'oppose à ce qu'elles soient espacées de mètre en mètre, le résultat n'en sera que meilleur. On a tout avantage à dresser sur le terrain des plans à grande échelle et à les réduire pour la mise au net. Dans les conditions où nous nous supposons, c'est-à-dire avec des fonds compris entre 0 et 50 mètres, si, d'après le modelé du terrain, les isobathes de mètre en mètre sont jugées trop rapprochées, on les tracera de 2 en

[1] J. Thoulet : Instructions océanographiques, dans la *Revue* du 30 août 1903, t. XIV, p. 872.

2 mètres, au moins pour les 10 ou les 20 premiers mètres, et ensuite, au plus, de 5 en 5 mètres. Le document ainsi construit représente ce que l'on sait actuellement; la besogne ultérieure consistera à en vérifier l'exactitude et ensuite à le perfectionner.

Certes, à ne considérer que nos feuilles hydrographiques françaises, il est certain que ces cartes sont élaborées avec beaucoup de talent et de précision. Néanmoins, il s'y est glissé plus d'une erreur facile à citer. Sans compter l'immense avantage qui résulte pour la science et pour la navigation d'une rectification, un « amateur » éprouverait une bien juste et compréhensible satisfaction d'amour-propre s'il parvenait à rendre meilleurs des travaux déjà si excellents et exécutés par d'éminents savants.

Tous les sondages doivent être ramenés au niveau des plus basses mers et, par conséquent, être corrigés de la hauteur de la marée. Il faudra donc, dès le début, repérer le niveau, qui, le plus souvent, sera recouvert d'eau au moment de l'expérience. On y parviendra au moyen de relèvements d'après des repères situés à terre et déjà marqués sur la carte. On trouvera ainsi une profondeur qu'il y aura lieu de retrancher des cotes de sondages nouvellement obtenues. Si l'on tient à procéder avec une complète rigueur, en un point convenablement choisi au voisinage de la terre, on installera un marégraphe de l'espèce la moins coûteuse, puisqu'il consistera en une graduation peinte à l'huile, de 5 en 5 centimètres, par exemple, le long d'un quai ou de quelque pilotis d'embarcadère. Faute de mieux, on enfoncera solidement un pieu dans la vase ou le sable au milieu de l'eau et l'on y fixera une règle verticale divisée comme précédemment. On rattache ces points au niveau des basses mers à l'aide de quelques coups de sonde donnés à intervalles réguliers en chaque station ; et, pendant tout le temps que dureront les sondages au large, un aide notera du rivage la hauteur de l'eau sur la règle graduée, de dix en dix minutes ou de quart d'heure en quart d'heure, par exemple, et en dressera la courbe par points. Rien de plus facile maintenant que la correction d'un sondage, quelles que soient sa localité et son heure, car on se bornera à corriger la profondeur trouvée de la profondeur à laquelle se trouvait au même instant le zéro marin au niveau des plus basses mers mesuré par rattachement à l'échelle marégraphique. Dans les mers sans marées, comme la Méditerranée, ces précautions seront le plus souvent inutiles, à moins cependant qu'on ne veuille s'occuper des questions si intéressantes, et aussi si délicates, relatives aux marées qu'on pourrait appeler microscopiques, à l'influence du vent, de la densité de l'eau ou de la pression barométrique sur le niveau de la mer, ou encore des seiches.

L'embarcation n'aura plus maintenant qu'à effectuer les sondages. Pour cela, il suffira de deux instruments. Le premier est un cercle ou un sextant pour les relèvements, et, comme l'un et l'autre sont d'usage courant en navigation, on s'en procure aisément et à bon compte, neufs ou d'occasion, dans les ports. J'ai eu beaucoup à me louer du cercle de poche Hurlimann[1]. L'instrument, d'un diamètre de 11 centimètres seulement, se porte en bandoulière, dans un étui moins volumineux et moins lourd que celui d'une jumelle, et il permet d'évaluer la minute, ce qui est plus que suffisant pour la besogne à exécuter. On mesure, avec le cercle ou avec le sextant, les angles sous lesquels on aperçoit de la station au moins trois repères situés à terre et pris deux à deux. Ces angles, par la construction de géométrie élémentaire du segment capable, permettront de fixer très exactement la position du sondage.

Si l'on peut agir plus grandement et laisser continuellement à terre un observateur, on obtiendra une rapidité notablement supérieure en se servant du tachéographe Schrader. L'instrument est d'un prix assez élevé : il vaut, je crois, 1.500 francs; mais, avec lui, le travail s'effectue, sur le terrain et à la mer, avec une simplicité, une promptitude et une précision inouïes[2]. L'opérateur s'installe sur le rivage et suit, à la lunette, l'embarcation occupée à sonder. Au moment où un pavillon hissé lui indique que le plomb vient de toucher le fond, il vise une mire fixée au mat. Une unique lecture fournit la direction et la distance, en d'autres termes la position exacte du point de sondage. Si la côte est haute, l'opération est encore plus facile, car la hauteur constante du tachéographe au-dessus de l'eau, évaluée une fois pour toutes, et l'angle fait avec l'horizontale par la visée de l'embarcation permettent, sans qu'il soit même nécessaire de se servir d'une mire, de trouver le côté du triangle rectangle figurant la distance horizontale de la station marine à la station terrestre, c'est-à-dire la location exacte du sondage.

L'appareil de sondage se bornera, à la rigueur, si l'on n'a pas à dépasser une douzaine ou une quinzaine de mètres, à un petit treuil en bois à manivelle, que n'importe quel menuisier ou charpentier construira pour un prix modique. On ne manquera pas de le munir d'un encliquetage, afin d'empêcher le fil de se dérouler trop vite. J'ai fait, à l'aide d'un instrument de ce genre, l'hydrographie

[1] Hurlimann, rue Victor-Considérant, 6, à Paris.

[2] F. Schrader et Ch. Sauerwein : Sur l'emploi du tachéographe Schrader pour les travaux d'hydrographie. *C. R. Ac. Sc.*, 16 nov. 1903, p. 781-783.

des lacs des Vosges, d'une profondeur maximum de 30 mètres, et j'en ai été très satisfait. La ligne de sonde était en chanvre; elle avait été préalablement divisée de mètre en mètre avec des lanières en cuir, de 5 en 5 mètres par des marques en chiffon bleu et de 10 en 10 mètres par des chiffons alternativement blancs et rouges. Avant chaque opération, on la laissait tremper dans l'eau pendant quelques minutes avec son poids suspendu; on la remontait ensuite doucement en la mesurant avec un mètre, de manière à établir sa correction d'humidité.

S'il s'agit de profondeurs atteignant et même dépassant 50 mètres, il y aura avantage à adopter un fil d'acier avec treuil en métal et poulie compteuse. Le fil ou câble dont se sert le Prince de Monaco pour tous ses sondages, quelque profonds qu'ils soient, est en 3 torons de 3 fils chacun, soit 9 fils d'acier. Aux forges de Châtillon et Commentry, où il est fabriqué, il vaut environ 5 centimes le mètre. En l'envoyant à l'eau, on le fait passer dans un chiffon mouillé d'huile de lin et, quand on le rentre, on l'essuie avec un autre chiffon afin de le sécher. L'huile siccative ne tarde pas à produire un vernis protecteur, et l'on est débarrassé des précautions multiples qu'on prenait autrefois pour le protéger contre la rouille : bain d'eau de chaux et le reste. La seule précaution se borne à veiller avec un soin extrême à ce qu'il ne se forme pas de coques, qui diminueraient au moins des trois quarts sa force portante.

On enroule le fil sur un treuil métallique, et, avant de descendre dans la mer, il traverse un guide constitué par trois rouleaux d'acier de 2 centimètres de diamètre sur 20 centimètres de hauteur, l'un horizontal, les deux autres verticaux. Le système est excellent pour éviter les coques, et l'appareil est susceptible d'être fabriqué par le premier serrurier venu.

Enfin, si, au prix d'une augmentation de dépense, on veut gagner plus de commodité dans les opérations, on prendra un sondeur Belloc. J'ai fait construire un modèle très simplifié, notablement moins coûteux et, en revanche, beaucoup plus commode que le modèle-type, qui m'a donné toute satisfaction, non seulement à moi, mais à des explorateurs auxquels j'en ai conseillé l'emploi. L'instrument, installé dans une caisse, est vissé au couvercle. Il suffit de la poser sur un des bancs de l'embarcation, de le fixer avec trois ou quatre serre-joints et il est prêt à fonctionner. Après le travail, on l'essuie, ou le recouvre de sa caisse, et l'opération s'achève en deux ou trois minutes.

Comme plomb de sonde, on adoptera un plomb tronconique ordinaire, très allongé; mais, comme celui-ci ne rapporte point d'échantillon et qu'il est assez inutile de consacrer deux opérations à faire isolément la topographie du fond et sa lithologie, alors que le tout peut s'effectuer simultanément, il y aura avantage à se servir d'un système capable de ramener un échantillon. Le meilleur, le plus simple, le plus rustique et le moins coûteux est le sondeur à double cuiller de l'ingénieur Léger.

L'appareil se compose d'une double cuiller assez lourde, en laiton, qu'on descend maintenue ouverte par une sorte de loquet. En heurtant le fond, le loquet trébuche, les cuillers referment leur double mâchoire, et, comme chacune d'elles présente une section trapézoïdale, même dans le cas où un caillou serait pincé et empêcherait les cuillers de se refermer complètement, la vase ou le sable accumulé dans l'angle inférieur ne serait pas complètement délavé pendant la remontée et il en resterait suffisamment pour une analyse.

L'avantage du sondeur Léger est de ramasser du sable. Le sable est aussi difficile à récolter que la vase est facile. Pour celle-ci, tout convient. Forel en recueillait dans le fond du lac de Genève avec un petit seau d'enfant attaché à une ficelle, alourdi d'une pierre et qu'il traînait quelques instants. Si, donc, le sondeur Léger conserve le sable, il ramène à plus forte raison la vase. Cependant, dans certains cas, il pourra être avantageux, sur des fonds uniquement de vase, de posséder un boudin découpé à l'emporte-pièce, montrant une coupe du terrain sous-marin. On prendra alors un tube de laiton, ouvert aux deux bouts, d'un diamètre de 15 millimètres environ, long de 50 ou 60 centimètres, sur lequel on enfilera des poids. On enverra à la mer en laissant descendre rapidement. Pour cela, il suffit de mollir le frein en corde du treuil. Le tube découpe verticalement une tranche de terrain, on remonte et on expulse le boudin en le poussant par le haut du tube avec un mandrin en bois ayant presque le même diamètre. Le boudin, sur lequel on ne manquera pas d'indiquer par un signe quelconque le haut et le bas, sera étendu sur une feuille de papier buvard, où l'on inscrira les indications nécessaires; on le laissera se dessécher quelque peu à l'air, on l'enroulera dans le papier, ensuite dans un morceau de calicot préalablement lavé pour lui enlever son apprêt, et enfin on le conservera dans un large tube de verre bouché et étiqueté. Les autres échantillons seront séchés et enfermés dans des sacs en calicot lavé.

En résumé, je conseillerai d'emporter trois sondeurs: un sondeur Léger, plus particulièrement pour le sable, un tube pour la vase, et enfin un plomb ordinaire destiné à relever l'emplacement des fonds rocheux sans crainte de détériorer la cuiller ou le tube; on aura même avantage, pour les pierres, à prendre une petite drague dans le

genre de celle des pêcheurs de goëmon bretons. On lui donnera une ouverture de 20 à 25 centimètres au plus. J'ai payé la mienne 8 francs à un forgeron de village. On y attache un sac en grosse toile, de tissu très peu serré, dont le fond est maintenu fermé par une ficelle. On y attache ensuite, par un bout de corde, une pierre assez lourde ou une gueuse de fonte. On drague pendant un temps très court, afin de ne pas risquer de rencontrer des terrains différents, on remonte et l'on choisit, pour le conserver, un échantillon aussi franc que possible.

On ne saurait recommander trop de soin dans la récolte des fonds. Il est indispensable que l'échantillon, qui doit être ultérieurement analysé qualitativement et quantitativement, au prix d'un travail délicat et long, ayant de très importantes conséquences, soit absolument complet, tel qu'il reposait sur le sol sous-marin et comme si on l'y avait ramassé avec la main. Les échantillons suiffés, incomplets et impossibles à nettoyer, sont sans la moindre valeur, sauf pour fournir un aperçu de la nature du fond dans une étude préliminaire; aucun ne mérite d'être conservé.

Si l'on n'a affaire qu'à de petits fonds et que la mer soit limpide, on pourra relever avec beaucoup d'exactitude les emplacements des divers sols sous-marins avec une lunette d'eau consistant en un tube de fer blanc de 5 à 6 centimètres de diamètre, fermé à l'une de ses extrémités par un verre à vitre assujetti avec du mastic hydrofuge. L'instrument, qui n'est pas coûteux, rend de précieux services. On enfonce le bout vitré à un ou deux centimètres dans l'eau; toutes les rides superficielles sont supprimées et l'on distingue le fond à une profondeur susceptible d'atteindre et même de dépasser une dizaine de mètres, en Méditerranée par exemple.

L'analyse mécanique, minéralogique et chimique des fonds ne peut être faite d'une manière précise et détaillée que dans un laboratoire. Il faut donc remettre les échantillons à un spécialiste, au cas où l'on n'aurait pas soi-même le matériel et les connaissances nécessaires. Mais il est indispensable de se livrer sur place à un examen sommaire, permettant d'attribuer au fond le nom qu'il comporte et de le représenter par sa teinte spéciale sur la carte lithologique. Il suffira de prendre environ gros comme une noisette du fond, de le délayer avec de l'eau de mer s'il est particulièrement argileux et de le verser dans un tube en verre gradué.

Le rapport entre la hauteur du sable descendu en une minute et la hauteur de la vase tombée en trente minutes exactement donne, avec une précision suffisante pour une étude sommaire, le nom à attribuer au fond [1]. J'ai publié en 22 feuilles grand aigle un atlas bathymétrique et lithologique des côtes de France [2], qui n'est qu'une simple esquisse destinée à être de plus en plus complétée et précisée. Je conseillerai d'en adopter la nomenclature et les teintes; l'uniformité du rendu étant ainsi assurée, chaque nouveau sondage sera porté selon le résultat de son analyse et le tracé des aires de même nature lithologique modifié en conséquence.

II

L'étude topographique et l'étude lithologique sont maintenant achevées, ou, plutôt, pour les terminer, on possède tous les instruments nécessaires. Il n'est plus besoin que de multiplier les coups de sonde. Le matériel n'a pas exigé de frais excessifs; celui qui va servir à l'étude physique et dynamique de la mer en exigera encore moins.

Je ne pense pas que, pour des fonds supérieurs à 50 mètres, donnée admise au début de ces instructions, il y ait grand besoin de se livrer à des études sur la densité de l'eau de mer. Il n'y aurait donc pas lieu d'employer d'aréomètre, ni même de recueillir des échantillons d'eau. Je ne conseillerais de se livrer à ces travaux que dans le seul cas où l'on aurait l'intention de s'occuper des sources d'eau douce sourdant au fond de la mer au voisinage de la terre. La question est d'un intérêt considérable, car elle touche au problème de la circulation générale océanique superficielle du bord vers le centre des océans. Pour s'y livrer, il faudra être en même temps océanographe, géologue, stratigraphe et physicien. Ce serait un magnifique sujet, et je souhaite vivement qu'il tente un jeune savant appartenant à celles de nos universités françaises qui sont voisines de la mer. On devrait suivre les couches géologiques terrestres côtières, perméables et imperméables, en estimer la pente, le parcours et l'affleurement sur le lit océanique. On recueillerait alors tout contre le fond des échantillons d'eau, dont on prendrait sommairement sur place la densité à l'aréomètre, et ensuite avec une complète précision, dans le laboratoire, la densité normale à 0°, représentée en Océanographie par le symbole S^{0}_{4}. On ne manquerait pas de mesurer chaque fois la température, qui, à elle seule, fournirait peut-être de sérieuses indications. Je doute que la bouteille de Kiel, qui ne coûte rien puisqu'elle se compose d'une simple bouteille en verre suspendue à une ficelle, puisse servir. Je n'ai point

[1] J. Thoulet : *Classification rapide des fonds marins.* Etude des échantillons d'eaux et de fonds récoltés dans l'Atlantique nord en 1901. Résultats des campagnes scientifiques d'Albert I, Prince souverain de Monaco, fasc. XXII.

[2] Challamel, éditeur, 17, rue Jacob, Paris.

fait d'essai, mais avec elle j'aurais peur d'un mélange d'eaux intermédiaires. Si l'expérience me donne raison, il faudrait très probablement se servir d'une bouteille Mill, ou mieux d'une bouteille Richard d'un volume plus considérable que d'ordinaire, soit environ deux litres. Les échantillons d'eaux seraient conservés dans des flacons à bouchon paraffiné.

Je ne sache pas qu'il y ait beaucoup de travaux faits relativement à la répartition de la température dans les eaux peu profondes. En un même lieu, cette température subit-elle des variations notables de saison à saison ou peut-être dans le cours d'une même journée? — jusqu'à quelle profondeur? — les marées ont-elles une influence? — ces variations seraient-elles en relation avec l'état du temps ou celui de la mer? — et surtout, ce qui touche au problème éminemment pratique des pêcheries, la température est-elle en relation, soit à la surface, soit dans la profondeur, avec la présence de poissons migrateurs : sardine, hareng, maquereau ou morue? Aucune de ces questions n'a été complètement élucidée, et il n'y aurait rien de surprenant à ce que l'étude de l'une quelconque d'entre elles conduisit à des résultats inattendus. Peut-être encore la question des sources sous-marines, dont nous parlions tout à l'heure, se rattache-t-elle à des mesures de température. En tous cas, ne serait-on que mis sur la voie, il est évident qu'une mesure thermométrique, qui, surtout à d'aussi faibles profondeurs, ne demande que quelques instants, sera préférable, au moins comme recherche préliminaire, à une récolte d'eau suivie d'une prise de densité, même à l'aréomètre et sur place, et d'une analyse. On prendra pour ces travaux des thermomètres Negretti et Zambra, que l'on fabrique aujourd'hui en France [1] à un prix notablement inférieur à celui de l'étranger et avec une précision au moins égale. On les munira d'une monture simple, plutôt à verrou qu'à hélice, parce que, avec cette dernière, l'obligation de remonter l'instrument de 4 ou 5 mètres au moins pour provoquer son retournement et marquer ainsi la température, enlèverait toute exactitude aux mesures. On en sera quitte pour exécuter le retournement avec un messager de Rung. Je recommanderai, pour les prises de températures qui auront besoin d'être très précises, quand il faudra lire le thermomètre ramené au jour, d'opérer immédiatement, ou, si la température de l'air est particulièrement élevée, ce qui n'aurait rien d'étonnant, car ces travaux d'océanographie se font en été, de laisser l'instrument se mettre en équilibre de température avec l'atmosphère, de faire ensuite la lecture et enfin de corriger.

La transparence de la mer semble avoir plus d'importance qu'on ne l'avait supposé. On sait que la simple division de deux nombres permet, au moyen d'une mesure de transparence, de doser avec une grande approximation le poids par litre d'eau de matières en suspension dans la mer. On comprend que la question se relie étroitement à l'industrie des pêches. On se servira d'une boule en cuivre de 15 centimètres de diamètre, peinte en blanc, qu'on attache à une cordelette graduée. On la leste suffisamment, on la laisse descendre, et, en l'observant avec la lunette d'eau, on note sa distance de disparition. En exprimant cette distance y en dixièmes de millimètres, la valeur de x, poids de matières en suspension, en grammes par litre, sera donnée par la formule $x = \frac{40}{y}$. Si l'on suppose, par exemple, la distance de disparition égale à 45 mètres, on aura $x = \frac{40}{450.000} = 0{,}000088$ gr. par litre [1].

Il est probable que la couleur de la mer dépend surtout de la nature du plankton en suspension. Peut-être le plankton animal est-il jaune, tandis que le plankton végétal est vert. Le problème, qui importe à la fois à l'Océanographie et à l'Histoire naturelle, expliquerait la présence ou l'absence de la sardine ou de tel autre poisson dans des localités déterminées. Quoi qu'il en soit, on parviendra à évaluer la couleur de la mer avec beaucoup plus de précision qu'avec la gamme liquide de Forel, graduée de 0 à 10, sans cesser néanmoins de se rattacher à celle-ci, au moyen d'un miroir incliné à 45° qu'on enfonce dans l'eau et qui se nuance de la façon la plus nette, d'une belle teinte uniforme, à la fois lumineuse et transparente, parfaitement facile à identifier. Pour l'identification, on emploiera la lunette à double prisme jaune et bleu, qui donne une précision complète, ou un tube parallélipipédique en zinc, percé d'un œilleton à l'une de ses extrémités et, à l'autre, d'une fente derrière laquelle on intercale l'une des dix lames de verre colorées respectivement des couleurs de la gamme de Forel. On peut alors, par une interpolation estimée entre deux quelconques des dix numéros, obtenir vingt termes de comparaison, précision le plus souvent largement suffisante.

On pourrait chercher expérimentalement l'intensité du mouvement causé sur le fond, à diverses profondeurs, par des vagues de hauteur déterminée, et par conséquent la dimension des grains

[1] Chabaud-Thurneyssen, rue Monsieur-le-Prince, 58, à Paris.

[1] J. Thoulet : Sur la transparence de la mer. *C. R. Ac. Sc.*, t. CXXXVII, p. 748, 9 novembre 1903.

de sable, de nature minéralogique connue, mis en suspension dans l'eau ou roulés sur le sol. Nous reviendrons en détail sur ces mesures.

Une dernière opération est à faire : l'étude des courants. On emploiera deux bouteilles accouplées de Hautreux. Je me suis servi, dans l'Iroise, de sept ou huit de ces bouteilles doubles, peintes de couleurs différentes, séparées par des ficelles de longueurs variées et abandonnées toutes ensemble en un même point à un moment déterminé. On les laissait obéir au courant pendant un temps suffisant. On se mettait ensuite à la poursuite de chacune d'elles, et, quand on la relevait, on notait exactement l'heure et la position au moyen d'un coup de sextant ou de cercle sur des repères situés à terre. On possédait ainsi des éléments nécessaires pour établir une rose de courants. Le matériel de ces expériences se réduit à une pelote de ficelle et à une vingtaine de bouteilles d'eau minérale qu'on se procure chez les pharmaciens.

On se servira aussi comme flotteur de la boule à transparence ou d'une drague à courants, facile à fabriquer avec un double cadre rectangulaire en bois léger sur lequel on coud de la toile à voiles huilée. En guise de bouée, on prend un flotteur en liège muni d'un signal. On installe la ligne à la profondeur voulue, on met à l'eau en un point et à un moment connus, et l'on abandonne au courant. On se borne alors à suivre de loin pour ne pas troubler la marche du flotteur et, à des intervalles de temps fixes, on note l'heure et la position, fournissant tous les éléments de détermination.

J'insisterai sur le conseil d'opérer, pour toutes les expériences et mesures océanographiques, en des stations fixes, à chacune desquelles on rapportera le plus grand nombre de données possible. En embarcation, rien n'est plus facile ; on mouille un grappin ou l'on fait usage d'un sac de pierres attaché à un câble léger. On y amarre l'embarcation, et, si l'on est forcé d'abandonner momentanément la place, comme pour l'étude des courants, on y laisse une bouée ou, plus simplement encore, un radeau composé de deux planches en croix à l'intersection desquelles on plante un pavillon visible de loin.

Je me suis borné à mentionner les principales mesures à prendre dans les conditions particulières où je me suis placé au début. Il n'est pas douteux qu'en se livrant aux expériences décrites, et qui sont indispensables à la connaissance de la mer au voisinage immédiat des côtes, on sera conduit à en imaginer une foule d'autres. Si le propriétaire d'une embarcation et des quelques instruments que j'ai cités a bonne volonté, le travail ne lui manquera pas.

Ma dernière recommandation sera de ne pas éparpiller ses efforts, de procéder méthodiquement et de mettre tous les résultats obtenus sous forme de cartes et de graphiques.

J. Thoulet,
Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

L'INDUSTRIE OLÉICOLE EN ALGÉRIE

DEUXIÈME PARTIE : FABRICATION ET PROPRIÉTÉS DE L'HUILE

Dans un premier article[1], nous avons étudié la culture de l'olivier et la composition des olives; nous allons maintenant exposer les procédés de fabrication de l'huile, les propriétés de celle-ci et le parti que l'on peut tirer des résidus de fabrication.

I. — Fabrication de l'huile.

§ 1. — Récolte des olives.

La cueillette des olives, qui est la première opération de la fabrication de l'huile, se fait à une époque variable suivant les pays. En Algérie, la cueillette des olives commence en novembre ; en France, elle a lieu bien plus tard, pendant l'hiver.

La cueillette des fruits de l'arbre de Minerve, dont les rameaux symbolisent la paix, est faite au moyen du gaulage ou en les détachant à la main. Il ne faut pas attendre que les olives se détachent d'elles mêmes par excès de maturité.

Le gaulage des olives présente de nombreux inconvénients quand il n'est pas pratiqué avec discernement; il faut des gaules légères et flexibles, et battre les rameaux de haut en bas, et de dedans en dehors, en tâchant d'éviter de meurtrir les fruits et de détacher les rameaux fructifères de l'année suivante. Le gaulage mal fait détruit une grande partie de la future récolte et c'est une des causes de l'intermittence des récoltes. Il ne faut jamais battre les rameaux à rebrousse-feuilles, afin de permettre à la production de se régulariser autant que possible et d'empêcher l'arbre de trop saisonner.

La cueillette à la main se pratique à l'aide

[1] Voyez la *Revue* du 30 mai 1904, t. XV, p. 505.

d'échelles qu'on applique le long des arbres ou en montant sur les oliviers; on assujettit alors la branche avec la main gauche et l'on détache les fruits avec la main droite en les faisant glisser de bas en haut; c'est ce que les Kabyles appellent « traire les olives ».

En Portugal, on emploie des échelles très légères faites avec des perches de châtaignier pour n'avoir pas à grimper à l'arbre; ces échelles ont la forme ordinaire ou sont formées de trois montants réunis à l'aide de charnières à l'une de leurs extrémités, de manière à constituer un trépied, et deux des montants portent des chevilles en bois formant échelons.

Le meilleur système de cueillette des olives consiste à en enlever le plus possible à la main et à gauler seulement les rameaux qu'on ne peut pas atteindre autrement.

Les olives gaulées tombent à terre, ou mieux sur des toiles grossières disposées autour des arbres; là, on les ramasse à la main pour les déposer dans des paniers. C'est le moment, en faisant le ramassage, de mettre à part les olives piquées et altérées pour les traiter séparément.

Chaque variété doit être cueillie à sa complète maturité, mais cette condition n'est pas toujours observée.

Le rendement de l'olivier est extrêmement variable suivant les régions, le mode de culture et les conditions climatériques de l'année, ainsi que nous l'avons déjà vu. La richesse en huile est aussi influencée notablement par ces diverses circonstances, et il y a telle année où les olives ne rendent pas, comme les raisins donnent du vin peu alcoolique.

Le dernier recensement indique que l'Algérie compte 5.329.658 oliviers productifs, pour une production annuelle de 24.684.800 kilogs d'huile, soit une moyenne d'environ 5 litres d'huile par arbre, ce qui, à raison d'un rendement moyen en huile de 12 °/₀, correspond à une récolte d'environ 40 kilogs d'olives par arbre.

Des arbres en pleine production peuvent donner 100 kilogs d'olives, mais ceux qui sont cultivés dans les terrains maigres ont une production très faible. Dans une Notice publiée par le Comice agricole de Bougie, on trouve que 100 arbres par hectare rendent, en moyenne, 30 litres d'huile par arbre.

Si l'on veut déterminer la valeur relative de deux lots d'olives, il faut tenir compte de la teneur en huile, de l'état de maturité ou de conservation des olives, de la variété et de la provenance. La difficulté consiste dans l'appréciation judicieuse de ces divers facteurs et des coefficients qu'il convient de leur attribuer.

On classera les olives en diverses catégories, suivant l'état de maturité ou de conservation, pour chaque variété d'une même région, et on leur appliquera le prix qui correspond à la qualité probable des huiles que ces catégories sont susceptibles de donner, en prenant pour base le prix de ces divers types sur le marché. Ensuite, on déterminera la richesse en huile et l'on obtiendra la valeur du quintal d'olives en multipliant la teneur en huile par le prix du barème établi comme nous venons de l'indiquer.

§ 2. — Broyage des olives.

Les moulins à huile sont souvent situés le long des cours d'eau et sont à deux fins : ils fonctionnent avec l'eau quand elle est assez abondante, et, à défaut, au moyen de la vapeur. En Algérie, on trouve des moulins à huile annexés à certaines minoteries. Ils sont mis en mouvement par une roue hydraulique ou, mieux, par une turbine.

On a aussi quelquefois recours à la force animale pour les petits moulins.

On trouve encore aujourd'hui des moulins de tous les systèmes, depuis les plus rudimentaires jusqu'aux plus perfectionnés. Les moulins sont à une, deux ou trois meules courantes. Quand il y a plusieurs meules, elles parcourent des pistes concentriques empiétant les unes sur les autres, de manière à agir successivement sur les olives; d'autre part, un système de soulèvement permet de régler la distance des meules à l'aire et de céder devant une résistance trop considérable.

Dans la plupart des pays, les moulins les plus répandus sont encore formés d'une seule meule verticale en pierre de taille ou en fer. L'industrie oléicole est très ancienne en Algérie, si l'on en juge par les vestiges de l'époque romaine. Ces ruines indiquent même qu'elle avait pris un grand développement avec un certain degré de perfectionnement. La croyance que l'huile de noyau était nuisible à la qualité de l'huile de pulpe avait amené les Romains à construire des moulins (*Trapetum*) qui dépulpaient les noyaux sans les écraser. Nous avons déjà vu ce qu'il fallait penser de cette pratique, qui a été reprise de nos jours par un industriel de Tunisie, M. Epinat. Le dénoyautage des olives entraîne une augmentation des frais de fabrication qui n'est pas compensée par une augmentation suffisante de qualité. Les petites différences de qualité des huiles peuvent provenir d'autres causes contingentes des procédés de fabrication.

L'enquête à laquelle il a été procédé par les soins de l'Administration montre que le nombre des moulins, en Algérie, s'élève à 4.599 pour une production d'huile égale à 215.553 quintaux, soit une moyenne de 46 kilogs d'huile environ par moulin. Il faut en conclure que les moulins sont

beaucoup trop nombreux, surtout dans les arrondissements de Bougie, de Tizi-Ouzou, d'Orléansville et de Setif. L'arrondissement de Bougie en compte à lui seul 2.855.

Les moulins actionnés par l'eau ou la vapeur donnent toujours un travail plus rapide et plus régulier que ceux qui fonctionnent à l'aide des moteurs animés (cheval ou homme). Or, il est utile d'avoir une pâte aussi homogène que possible pour faciliter la pression.

Ce qui manque actuellement, ce sont des appareils simples pouvant fonctionner avec peu de force motrice, de manière à permettre aux petits oléiculteurs de moudre les olives au fur et à mesure qu'elles sont cueillies, et d'en extraire ensuite l'huile.

On trouve, cependant, des broyeurs analogues à ceux qu'on emploie pour les pommes ou les raisins et construits de manière à obtenir un bon travail de désagrégation. Il y a déjà eu quelques tentatives faites de ce côté, et, avec un peu de persévérance, les constructeurs arriveront sans doute à établir des instruments qui donneront toute satisfaction aux propriétaires.

Depuis la domination romaine, l'industrie oléicole s'est conservée chez les indigènes, mais avec un outillage des plus rudimentaires, parfois presque nul, et une absence à peu près complète de soins de propreté, si nécessaires dans cette fabrication. Ces conditions, jointes à une conservation souvent prolongée et défectueuse des olives, font que l'huile indigène est, en général, forte, rance, et d'une valeur inférieure de moitié à l'huile faite par les Européens avec les procédés modernes.

Les indigènes se sont ainsi peu à peu habitués à ces huiles fortes ; mais j'incline à penser qu'ils ne sont point rebelles aux huiles douces, que ce n'est point une préférence invincible et que, le jour où ils auront adopté les bons procédés de fabrication, leur goût s'adaptera très facilement aux huiles douces.

Grâce à l'initiative de l'Administration, les indigènes ont déjà commencé à transformer leur outillage, et l'on trouve quelques moulins installés à l'européenne.

Ces moulins publics, organisés par les djemaas, sont appelés à rendre les plus grands services; ils permettront non seulement de faire de l'huile de bonne qualité, d'augmenter le rendement par l'emploi d'un outillage plus puissant, mais encore de tirer partie des grignons qui se trouvent ainsi concentrés en un point et susceptibles d'être vendus pour être traités économiquement en vue d'en extraire les dernières parcelles d'huile.

Le paiement se fait en nature, le propriétaire prélevant une portion du produit fabriqué pour l'amortissement du capital et pour solder les frais d'entretien et de fonctionnement de l'usine. Pour obtenir de l'huile de bonne qualité, il est indispensable de ne travailler que des olives saines. Si l'on ne peut moudre les olives aussitôt après la cueillette, par suite de l'encombrement, il faut les conserver dans l'eau salée, comme nous l'avons indiqué, pour éviter la fermentation.

C'est une erreur de croire que l'huile augmente pendant la conservation, et les auteurs romains (Columelle) disaient déjà qu'il est aussi peu vrai de croire que l'huile s'accroît en tas, que le blé augmente dans la meule.

§ 3. — Pressurage.

Dans son ouvrage sur l'olivier et les huiles d'olives en Portugal, M. Larcher Marçal compare les anciennes huileries (*Lagar*) à un recoin de l'enfer ou à un tableau peuplé de tortionnaires de l'Inquisition. Il faut, en effet, avoir vu de ses propres yeux, pour s'en faire une idée, l'installation défectueuse et malpropre de ces anciens moulins, qui commencent à devenir rares, pour apprécier la différence avec les usines modernes, pourvues d'un outillage perfectionné et où règne souvent la propreté la plus méticuleuse.

Les indigènes sont de beaucoup les plus gros producteurs d'olives; mais la statistique nous apprend qu'ils ne fabriquent qu'une quantité d'huile relativement faible, environ 1/8 de la production totale algérienne. C'est que la majeure partie des olives récoltées par les indigènes est achetée par les Européens, au poids ou à la mesure (double décalitre pesant environ 16 kilogs quand il est comble), à des prix très variables suivant les années, la teneur en huile, le degré de conservation, etc..., depuis 5 francs jusqu'à 10 francs et même 11 francs le quintal. Les olives vendues par les indigènes doivent être préalablement triées pour éliminer les fruits avariés, les feuilles et les brindilles. Les olives souillées doivent être lavées. On construit des trieurs et des laveurs d'olives.

Après la mouture, les olives réduites en pâte sont placées dans des *scourtins*, qui sont d'un usage antique et fabriqués ordinairement en sparte, en alfa ou en coco. Ce sont des sacs ayant la forme d'un béret avec un orifice relativement petit.

Ces sacs présentent de nombreux inconvénients : ils sont d'un usage peu commode, crèvent si la pression devient trop forte, communiquent un saveur particulière à l'huile quand ils sont neufs et surtout s'imprègnent de matière grasse qui devient rapidement rance quand ils sont usagés. L'usage des scourtins ne permet guère d'obtenir la propreté méticuleuse de l'outillage et des ustensiles accessoires, si nécessaire à la production de l'huile fine. Il faut autant que possible les rejeter.

On a donc cherché à remplacer les scourtins par des toiles simplement repliées, avec des claies d'égouttage pour faciliter la sortie de l'huile, ou par des appareils métalliques capables de retenir la pâte et de laisser l'huile s'échapper.

En Portugal, on emploie des lamelles circulaires en fer forgé, qu'on dispose en piles avec des diaphragmes de distance en distance pour faciliter l'écoulement de l'huile.

On utilise encore la cage du pressoir à vis, modifiée de manière à être employée pour cet usage spécial : les cercles de fer sont renforcés, plus nombreux, et les pièces de bois sont plus étroites et aussi plus nombreuses. Il faut une cage avec des mailles assez serrées pour empêcher la fuite de la pâte d'olives.

Les scourtins une fois remplis de pâte d'olives, répartie bien régulièrement à l'intérieur, sont portés sur la plate-forme du pressoir, et la pile est soumise à la pression.

Les systèmes de pressoirs employés pour le pressurage des olives sont très variés. On trouve toutes les presses, depuis les plus rustiques jusqu'aux presses hydrauliques les plus puissantes; elles sont actionnées par la vapeur, l'eau ou les bras; les anciens pressoirs avec fûts en bois (arbre de couche horizontal), analogues à ceux employés pour le pressurage des raisins, encore utilisés dans certains pays, permettent d'obtenir une pression graduée et régulière, grâce à l'élasticité des fibres du bois qui tendent à reprendre leur position primitive quand la déformation n'a pas été poussée trop loin; l'huile suinte peu à peu et lentement.

Les oléiculteurs cherchent naturellement de plus en plus les pressoirs les plus puissants, ceux qui permettent de tirer des olives la plus grande proportion d'huile possible, sans avoir égard à la qualité. C'est ainsi qu'on construit des presses à levier ou des presses hydrauliques susceptibles de donner des pressions considérables, au moins 150 kilogs par centimètre carré.

Ces presses doivent porter un sommier avec des ressorts en acier ; autrement, la pression s'affaiblit dès que le mouvement s'arrête, en sorte que l'écoulement de l'huile est intermittent. Les pressoirs à vendanges peuvent aussi servir pour cet usage. Nous avons déjà signalé l'influence de la pression sur le rendement en huile et aussi sur la qualité du produit, en étudiant les olives.

Dans les usines, on se sert de deux presses : l'une, dite *préparatoire* ou ordinaire à vis, donnant une pression moyenne de 75 kilogs; l'autre, dite de deuxième pression, donnant une pression double, soit environ 150 kilogs. Certaines presses sont munies d'un déclanchement automatique. Après la première pression, les scourtins sont retirés de la presse et vidés; les grignons sont concassés et émiettés à la main, puis remis dans les scourtins et soumis à la presse hydraulique.

L'emploi de l'eau froide doit être réglé de manière à ce qu'elle reste le moins longtemps possible en contact avec l'huile.

La quantité d'huile extraite par ces deux pressions successives est ordinairement de 15 à 18 °/₀ des olives. Ce rendement est faible, car il reste dans les grignons une proportion d'huile qui ne descend guère au-dessous de 10 °/₀.

L'huile qui sort ainsi des presses est souillée de débris de pâte et mélangée d'eau de végétation.

L'huile de première pression donne les types n°s 1, 2 et 3 que nous examinerons plus loin; l'huile de deuxième pression donne les types 3 et 4, suivant la qualité des olives.

La grande proportion d'huile qui reste dans les tourteaux tient en partie au broyage imparfait des olives, broyage qui est commandé par la nécessité de ne pas avoir une pâte trop fine pouvant fuir par les mailles des scourtins. L'installation d'une huilerie avec l'outillage nécessaire pour obtenir une fabrication irréprochable coûte encore assez cher (de 10 à 15.000 francs), et il faut travailler une quantité d'olives suffisante pour couvrir l'intérêt et l'amortissement du capital engagé, et réaliser un certain bénéfice. C'est dire que chaque usine doit être assurée de trouver autour d'elle les olives nécessaires pour une production de quelques centaines de quintaux d'huile.

On a proposé de remplacer le pressurage par le *turbinage*, ce qui permettrait de se passer des presses puissantes nécessaires dans les huileries; les olives, réduites en pâte aussi fine que possible, sont placées dans le panier de la turbine muni d'un tissu filtrant. Sous l'influence de la force centrifuge, la pâte est lancée contre les parois, et l'huile traverse le tissu filtrant et la toile métallique. Après quelques minutes de rotation, on aurait déjà une quantité d'huile importante.

On injecte alors de l'eau froide dans la turbine, et l'on remet en mouvement; l'eau injectée déplace l'huile, la chasse et sort avec elle à travers les parois du panier.

Ces deux opérations donnent de l'huile limpide et comestible, qui se sépare de l'eau et vient surnager à la surface.

Enfin, si l'on injecte de la vapeur d'eau dans la turbine, on peut extraire les dernières parcelles d'huile et épuiser complètement les grignons ; cette troisième opération donne de l'huile d'industrie.

Tel est, en résumé, le procédé d'extraction par le turbinage, que nous n'avons pas encore eu l'occasion de voir fonctionner, mais qui, *a priori*,

semble présenter de sérieux avantages sur la pression, si les résultats pratiques sont conformes aux dires des inventeurs.

§ 4. — **Décantation et filtration.**

L'huile qui sort des presses, en mélange avec l'eau de végétation et les matières entraînées mécaniquement, s'écoule dans les piles ou enfers. Ces récipients, construits en fer-blanc, en ciment armé revêtu de carreaux de verre, etc., sont disposés en batteries, de manière à permettre à l'huile de s'épurer en passant de l'un à l'autre.

Mais ce travail est long, et l'on a avantage à le remplacer en tout ou en partie par la *filtration*, de manière à réduire la durée du contact de l'huile avec les impuretés, qui sont une cause d'altération.

La densité de l'huile étant en moyenne égale à 0,918 et celle du jus d'olive débarrassé de son huile (*margine*) comprise généralement entre 1,050 et 1,065, la séparation de l'huile se fait tout naturellement par décantation, à l'aide d'un robinet placé au fond. Certains oléiculteurs emploient des séparateurs à travail continu, sortes de récipients florentins à double effet.

Si, dans un récipient possédant une ouverture de sortie près de sa partie supérieure, et un tube plongeant jusqu'au fond, ouvert à ses deux extrémités et portant une ouverture latérale, on fait arriver du jus d'olive pour le remplir et qu'on laisse en repos, on voit la séparation de l'huile et des margines s'effectuer bientôt. Si l'on fait arriver, par un tuyau descendant jusqu'à la zone de séparation, le jus d'olive, d'une manière lente et continue, l'huile s'écoule par l'orifice percé dans la paroi du récipient, tandis que l'eau et les impuretés (margine) sont évacuées par la tubulure latérale du tube plongeant. L'appareil, une fois amorcé, fait un travail continu si les deux orifices de sortie sont placés de manière à ce que la colonne de margine dans le tube fasse exactement équilibre à la colonne d'huile et de margine dans le récipient.

Mais la margine qui s'écoule ainsi tient en suspension une assez grande proportion d'huile.

Une bonne méthode consiste à faire tomber l'huile sur un filtre grossier, au sortir du pressoir, de manière à la débarrasser de ses plus grosses impuretés avant de l'envoyer dans le réservoir à décantation ou à séparation. Ensuite, on laisse au repos pendant quelques heures et l'on fait passer l'huile sur des filtres de plus en plus fins.

Les huiles obtenues avec des olives avariées ou fermentées doivent être lavées à l'eau pure. En Italie, on les lave avec de l'eau acidulée par de l'acide citrique ou du jus de citron.

On a aussi recommandé le battage de l'huile avec l'eau, voire même sa pulvérisation dans l'eau avec des instruments spéciaux; mais ces opérations présentent l'inconvénient d'oxyder l'huile au contact de l'air dissous dans l'eau; en outre, la séparation du mélange ainsi obtenu est longue à s'effectuer. Or, nous savons que l'huile doit demeurer le moins longtemps possible en contact avec l'eau. M. Mongioli a inventé un laveur d'huile composé d'un cylindre de tôle étamée, ayant à sa partie inférieure une boîte fermée dans laquelle le jus d'olive et de l'eau sous pression (une atmosphère) arrivent par deux tubulures. On règle l'introduction des deux liquides pour qu'ils arrivent à volumes égaux. La partie supérieure de la boîte est percée de trous très fins par lesquels le moût d'olive et l'huile sortent à l'état d'émulsion et se répandent dans le grand cylindre. Là, l'huile se sépare de l'eau et des impuretés. Les impuretés surnagent l'huile ou sont entraînées par l'eau. L'huile lavée est évacuée par des robinets placés à hauteur convenable.

Dans tous les cas, la filtration est indispensable pour épurer rapidement et complètement l'huile d'olive. Il importe de faire cette opération rapidement, après décantation et lavage à l'eau froide, afin de débarrasser l'huile de ses impuretés avant de l'envoyer dans le réservoir de l'huile limpide.

La filtration doit être faite, autant que possible, sous pression, à l'abri du contact de l'air, et demande une propreté méticuleuse sous peine d'être cause de l'altération future de l'huile. C'est pour cette raison que les organes filtrants doivent être nettoyés souvent ou, mieux, renouvelés, de manière à éviter l'oxydation et le rancissement de l'huile qui les imprègne. C'est pour cette raison aussi que les filtres à manches nous semblent peu recommandables.

La plupart des huiles algériennes, à l'exception de quelques échantillons, sont insuffisamment épurées; certaines huiles indigènes abandonnent un dépôt volumineux. Les huiles fabriquées par les Européens eux-mêmes sont souvent mal filtrées et conservent des impuretés qui les font s'altérer; les huiles vraiment limpides sont rares. Ce manque de limpidité est une cause de dépréciation pour les huiles d'Algérie. On ne saurait trop préconiser la filtration rapide des huiles aussitôt que leur décantation est terminée.

Les filtres sont constitués par des tubes en tôle perforée ou en toile métallique, dans lesquels on place la matière filtrante (bourre de coton, coton ou fibres de nature diverse, etc...). Ces tubes, qui fonctionnent à la manière d'une bougie Chamberland, peuvent être assemblés dans une boîte en plus ou moins grand nombre, comme dans le filtre Milliau. Quand le débit du filtre est jugé insuffisant, on enlève la matière filtrante et on la remplace.

Les filtres en papier ordinaire conviennent très bien pour filtrer de petites quantités d'huile ; on trouve même dans le commerce des filtres entonnoirs en papier, tout préparés.

Les filtres-presses formés d'une série de boîtes filtrantes fonctionnent bien et sont employés couramment dans les usines importantes. Dans la pratique, la filtration des huiles laisse à désirer ; la plupart des filtres employés filtrent d'une manière imparfaite, et les bons filtres ont un débit insuffisant. Il y a de ce côté une amélioration sérieuse à réaliser. Cependant, pour les huiles déjà dégrossies, on a des filtres qui fonctionnent d'une manière satisfaisante.

Le filtre Capilieri est essentiellement formé d'une série de disques en étain fin avec des rondelles de papier à filtre. Il y a une différence énorme entre l'aspect et la qualité des huiles ainsi préparées et celles qu'on produit encore le plus souvent dans certains pays.

Beaucoup d'huiles algériennes sont trop fruitées, trop colorées pour être livrées directement à la consommation. Par contre, elles conviennent très bien pour faire des coupages avec des huiles exotiques. Ces huiles de coupage sont vendues à l'état de pureté aux négociants de la métropole. Les huiles les plus douces sont livrées à la consommation locale.

L'huile commune, de couleur jaune ou légèrement verdâtre, représente aujourd'hui la masse générale de la production pour les Européens. Il serait cependant possible, en choisissant convenablement les variétés, en faisant la cueillette à maturité parfaite, en fabriquant au fur et à mesure de la récolte, en exerçant une surveillance rigoureuse pour maintenir l'usine et l'outillage dans un état parfait de propreté et en épurant l'huile d'une manière rationnelle, de produire les meilleurs types réclamés par le commerce, à savoir : l'huile presque neutre pour les conserves de poissons, et l'huile surfine de qualité supérieure pour la table.

Quant aux huiles indigènes, dont la qualité laisse tant à désirer, il faut souhaiter que leur fabrication s'améliore de manière à en faire des huiles de consommation ou de coupage pouvant être utilisées par les Européens et non pas seulement des huiles propres à la savonnerie. Pour atteindre ce résultat, il suffira d'améliorer l'outillage, de moudre des olives fraîches et de prendre les mesures de propreté nécessaires.

D'autre part, on assure que les huiles indigènes sont toujours mélangées (c'est du moins ce que nous avons trouvé dans une Notice publiée par les soins de l'Administration) à une forte proportion d'huile de graines par les Kabyles eux-mêmes avant d'être livrées à l'acheteur, parce que, sur bien des points, la production est inférieure à la consommation.

II. — Les huiles.

§ 1. — Composition.

Les huiles sont des mélanges de glycérides tertiaires ou éthers de la glycérine en proportion variable, avec des traces de corps insaponifiables tels que la phytostéarine, etc. ; la saponification les dédouble en glycérine et en acides gras.

D'après les recherches relatives à l'huile d'olive, nous savons que les acides gras qui entrent dans sa composition sont les suivants, par ordre d'importance décroissante :

1° L'acide oléïque. . . . . $C^{18}H^{34}O^2$
2° L'acide palmitique . . . . . $C^{16}H^{32}O^2$
3° L'acide stéarique. . . . . $C^{18}H^{36}O^2$
4° L'acide linoléïque . . . . . $C^{18}H^{32}O^2$
5° L'acide linolénique. . . . . $C^{18}H^{30}O^2$

et probablement encore des traces d'autres acides, notamment l'acide arachidique $C^{20}H^{40}O^2$.

Tous ces acides sont monobasiques et il en faut trois molécules pour éthérifier les trois groupes alcool de la glycérine.

Les acides palmitique et stéarique sont des corps saturés, solides à la température ordinaire et fondant seulement à 62 et 69°. Ce sont les glycérides de ces acides gras qui ont une tendance à se solidifier dès que la température devient basse.

La proportion des acides palmitique et stéarique a donc une grande importance, parce qu'elle imprime aux huiles des propriétés spéciales et une tendance exagérée à se troubler aux basses températures.

Les acides oléique, linoléique et linolénique sont des acides non saturés, c'est-à-dire que, sous certaines influences, ils peuvent facilement fixer deux, quatre et six atomes d'un élément monoatomique pour se saturer. Les glycérides de ces acides constituent la portion des huiles qui reste encore liquide quand les glycérides des acides concrets se solidifient. La proportion de ces acides gras fluides varie en sens inverse des acides gras saturés.

L'acide oléique, qui est de beaucoup le plus important des trois, est liquide à la température ordinaire et se solidifie seulement à 4°. Les deux autres acides non saturés augmentent la siccativité de l'huile d'olive. On admet que l'huile d'olive contient en moyenne 28 °/₀ de glycérides d'acides saturés et 72 °/₀ de glycérides d'acides non saturés, mais cette proportion est très variable.

En effet, ce chiffre de 72 °/₀ pour les glycérides des acides non saturés correspond à 68,90 d'acides gras (en supposant qu'il n'existe que de la trioléine), soit, en rapportant à 100 d'acides gras, une propor-

tion centésimale d'acides fluides égale à 72,13 et d'acides concrets égale à 27,87, en prenant la teneur moyenne des acides gras totaux égale à 95,5. Or, il suffit de consulter notre tableau d'analyses, publié ailleurs, pour constater des différences souvent considérables.

Si les huiles n'étaient composées que de trioléine, l'acide oléique existant en puissance dans cent parties d'huile serait égal à 95,7 et la glycérine, également en puissance, serait représentée par le chiffre 10,40.

Mais tous les autres acides gras qui entrent dans la constitution de l'huile d'olive ayant un poids moléculaire moins élevé, le pourcentage de 95,7 % d'acides gras est un maximum qui est rarement atteint dans les huiles pures et non altérées.

En réalité, la proportion des acides gras totaux n'est pas bien inférieure à ce chiffre et reste très voisine de 95,5. C'est qu'on trouve dans les huiles des acides gras libres, qui ont pris naissance sous l'influence de phénomènes d'oxydation ou de fermentation et qui contribuent à relever le taux des acides gras totaux.

Enfin, on peut encore rencontrer dans les huiles des composés à fonctions acide-alcool ou anhydride, mais en très petite quantité.

Le coefficient de réduction des glycérides en acides gras et celui qui sert à les ramener à 100 d'acides gras étant inverses, il en résulte que, dans les analyses, les chiffres qui expriment le pourcentage des acides gras indiquent aussi, sensiblement, la proportion des glycérides dans les huiles.

Les acides gras sont insolubles dans l'eau, mais solubles dans l'alcool et l'éther; ils sont fixes ou volatils. Dans les huiles, la proportion des acides volatils est faible. L'huile tient aussi en dissolution de l'oxygène et de l'azote qui se dégagent dans le vide.

§ 2. — **Propriétés organoleptiques.**

Les résultats fournis par l'analyse ont besoin d'être complétés par l'examen des caractères organoleptiques. Ces caractères sont déterminés par la dégustation, qui permet de classer les huiles en diverses catégories d'après leur goût. On apprécie la saveur, l'odeur, la couleur, la pâte et aussi la limpidité.

1. *Saveur.* — Il faut distinguer entre : *a*) les huiles amères, comme celles faites avec des olives peu mures ou avariées; *d*) les huiles douces, obtenues avec des olives saines et bien mures, de première pression; *g*) les huiles grasses, ou huiles riches en acides saturés.

2. *Odeur.* — Les bonnes huiles d'olives ont une odeur agréable, due à des acides volatils ou à des substances provenant des olives; les huiles de mauvaise qualité ont une odeur de rance, qui devient repoussante quand elles sont profondément altérées.

3. *Couleur.* — On trouve toute la gamme des couleurs entre le vert foncé et le jaune d'or; certaines huiles sont presque blanches. La couleur jaune d'or ou jaune nuancée de vert est la plus appréciée.

Mais, en dehors de la teinte, il y a lieu de considérer le brillant : on rencontre des huiles dont la couleur est terne, pour ainsi dire passée, tandis que d'autres ont une couleur brillante qui plaît à l'œil.

4. *Pâte.* — C'est l'impression onctueuse que laisse sur le palais une huile qui vient d'être dégustée; les huiles surfines ont moins de pâte que les huiles ordinaires, et l'impression qu'elles laissent est plus fugace.

5. *Limpidité.* — Une limpidité parfaite est une qualité nécessaire, et le manque de transparence déprécie la valeur d'une huile.

Les huiles présentent facilement le phénomène du *surrefroidissement*, c'est-à-dire qu'elles se maintiennent encore à l'état liquide au-dessous de la température à laquelle certains constituants sont solides; puis le liquide devient louche et, si la température continue à baisser, on a une masse pâteuse. On peut hâter la solidification en amorçant la cristallisation.

D'autres fois, on observe simplement une série de centres de cristallisation ressemblant à des colonies de microbes dans la gélatine, et le reste de la masse conserve sa limpidité.

Les négociants éclairés savent profiter de ces caractères pour faire des coupages et présenter aux consommateurs des types d'huile à peu près uniformes; ils peuvent ainsi rendre vendables des produits qui, autrement, ne seraient pas acceptés facilement par la clientèle.

La qualité des huiles varie beaucoup avec les différentes variétés d'olive, avec la nature du terrain, avec les conditions climatériques de l'année et surtout avec les soins apportés à la fabrication et à l'épuration de l'huile.

Au point de vue commercial, nous pouvons, comme M. Larcher Marçal, classer les huiles en six types qui sont les suivants :

1° *Huile presque neutre*, très fluide, parfaitement claire et limpide, de couleur jaune clair (conserves de poissons).

L'Italie envoie chaque année des quantités considérables de ce type d'huile dans l'ouest de la

France pour les conserves de sardines. En évitant avec soin les causes qui peuvent augmenter l'acidité et provoquer l'altération, nous pouvons produire cette sorte d'huile. Il y a là un débouché important à conquérir;

2° *Huile surfine*, d'un jaune d'or, brillante, légèrement acidulée, avec odeur et goût de fruit, claire et limpide (table, première qualité). Ces huiles sont recherchées par la clientèle riche de certains pays.

Les huiles des types numéro 1 et numéro 2 ne peuvent guère être obtenues qu'avec des olives parfaitement saines, arrivées à maturité complète et en employant une pression modérée pour l'extraction :

3° *Huile fine*, possédant les mêmes caractères que le type numéro 2, mais moins accentués (table, deuxième qualité). C'est encore un produit de choix obtenu de première pression;

4° *Huile ordinaire* ou commune, plus épaisse que les types précédents, avec une tolérance plus grande d'acidité, couleur jaune ou un peu verdâtre, en bon état de conservation, mais pouvant se troubler facilement sous l'influence d'un abaissement de température (table ordinaire). Ces huiles sont obtenues avec des olives de moins bonne qualité ou résultent d'un mélange du produit de la première et de la deuxième pression;

5° *Huile de qualité inférieure*, de couleur variable, mais dans laquelle la proportion d'acidité ne dépasse pas 5 °/₀ (*lubrification* des machines dans l'industrie et dans la marine, graissage, ensimage);

6° *Huiles lampantes*, c'est-à-dire celles que leur goût ou leurs propriétés chimiques excluent des usages ci-dessus (*savonnerie*).

Le type numéro 4 correspond, comme nous l'avons déjà vu, à la masse générale de la production des colons.

Les indigènes, à quelques exceptions près, ne produisent guère que les types 5 et 6.

La limpidité de l'huile est trop souvent négligée; la plupart des huiles algériennes sont plus ou moins troubles, ce qui nuit beaucoup à leur qualité. Quelques huiles indigènes abandonnent un dépôt boueux qui peut aller jusqu'au quart du volume total; ce dépôt, à odeur repoussante, communique à l'huile un goût et une odeur des plus désagréables.

Dans les huiles européennes, le dépôt est surtout constitué par de longues aiguilles disposées en gerbes ou en paquets. Ces paquets sont eux-mêmes réunis en masses radiées, qui se déposent sur les parois de la bouteille ou tombent au fond. Ces aiguilles de *palmitine* et de *stéarine* s'illuminent vivement à la lumière polarisée; c'est ce qu'on appelle vulgairement la margarine. L'acidité de la matière grasse constituant ces cristaux est toujours faible et provient de l'huile qui les imprègne et dont il est difficile de les séparer.

L'industrie des conserves, qui a besoin d'huiles presque neutres, exige aussi qu'elles ne se troublent pas quand la température s'abaisse, ce qui l'oblige à recourir à des coupages d'huiles d'olives avec des huiles de graines. Mais on peut démargariner les huiles qui ont une tendance à se figer quand la température diminue, c'est-à-dire leur enlever une partie des acides saturés, en les filtrant après avoir préalablement abaissé la température de l'huile et séparant ainsi le dépôt de la partie liquide. Les huiles ainsi traitées restent limpides et ne se troublent plus.

Des décantations successives, alternant avec des périodes de repos, peuvent débarrasser l'huile des matières déposées ou en suspension; mais la filtration agit bien plus rapidement et d'une manière plus parfaite. On a songé à employer la force centrifuge pour faire la *démargarination* des huiles.

Les huiles sont abandonnées à une température convenable, de manière à faciliter la séparation des glycérides d'acides gras saturés. La masse est ensuite placée dans le panier de la turbine et, sous l'influence de la force centrifuge, l'huile liquide est entraînée au dehors, tandis que les cristaux des glycérides des acides saturés restent dans le panier.

Les cristaux de margarine sont ensuite recueillis et utilisés dans l'industrie. Il y a là un déchet important qui augmente le prix de l'huile démargarinée.

§ 3. — Altération et conservation de l'huile.

Les huiles, comme les autres corps gras en général, présentent une grande résistance à l'action des ferments. Les huiles d'olives renferment naturellement les germes de toutes les végétations qu'on trouve à la surface des fruits. Dans les huiles mal épurées, contenant encore de l'eau de végétation, les Mucédinées (surtout le *Penicillium glaucum*) se développent dans l'huile.

Dans les huiles privées d'eau, les spores ne peuvent germer; c'est pour cela que l'eau est considérée comme très nuisible à la conservation de l'huile. Le lavage des huiles à l'eau, employé comme moyen d'épuration, ne convient pas toujours aux huiles de qualité.

L'huile mal épurée renferme aussi des matières azotées et minérales en quantité suffisante pour alimenter la végétation; mais cette condition n'est pas indispensable au développement des Mucédinées, qui jouissent de la propriété, au moyen de la diastase qu'elles sécrètent, de saponifier les glycérides et de mettre en liberté les acides gras, qui cristallisent en grumeaux d'un blanc mat (acides

stéarique et palmitique), et la glycérine, qui est brûlée avec production d'eau et d'acide carbonique.

A l'origine, on peut extraire la glycérine par un lavage à l'eau, avant qu'elle ait été utilisée par ces petits végétaux.

Certaines huiles algériennes renferment une quantité notable de ces grumeaux, qui s'attachent aux parois de la bouteille ou tombent au fond, ce qui a fait dire que ces huiles étaient falsifiées avec des produits étrangers, riches en margarine.

Certains microbes, une sorte de levure (*Saccharomyces olei*) découverte par M. Van Tieghem, jouissent de la même propriété de dédoubler les glycérides par un mécanisme analogue. D'autre part, dans les huiles mal épurées, la fermentation de la matière azotée peut donner de l'ammoniaque capable de saponifier l'huile.

A ces causes d'altération, il faut joindre l'oxydation qui se produit avec le temps, lentement à l'obscurité et très rapidement au soleil : il y a absorption d'oxygène, émission d'acide carbonique et dédoublement des glycérides sous l'influence d'une diastase, analogue à la *lipase*, qui existe dans l'huile, apportée pendant la fabrication ou sécrétée par les bactéries, avec formation d'oxyacides insolubles dans l'éther de pétrole. Les produits de dédoublement sont à leur tour oxydés, et l'on peut trouver finalement de l'acide formique, ce qui montre que les acides volatils qu'on trouve dans les huiles peuvent avoir des origines distinctes.

L'absorption d'oxygène est d'autant plus grande que les huiles sont plus riches en acides non saturés, parce qu'ils ont une tendance à s'oxyder et à se transformer en oxacides. L'oxydation ménagée des huiles peut amener l'oxydation des glycérides et la saturation des acides non saturés, sans augmenter d'une manière sensible l'acidité. Quand l'oxydation est plus énergique, les glycérides se décomposent en acides gras et en glycérine; la glycérine disparaît en donnant, comme nous l'avons vu, des produits nouveaux, parmi lesquels l'acide formique, tandis que les acides gras saturés peuvent se dédoubler en termes inférieurs, dont l'un peut être volatil, et les acides non saturés en acides concrets saturés et en acide acétique. C'est pourquoi une teneur élevée en acides volatils indique généralement une altération avancée.

Après une oxydation intense, on constate la présence de produits substitués de nature résinoïde qui abaissent l'équivalent de saturation.

La lumière tend à décolorer lentement l'huile d'olive; l'action simultanée de la lumière et de l'oxygène amène rapidement la décoloration. L'action de l'acide carbonique, au contraire, empêche la décoloration de se produire (O. Klein).

La rancidité de l'huile peut devenir très forte sans que son acidité s'accroisse sensiblement. Le processus de la rancidité, qui correspond à un changement de goût, n'est pas nécessairement lié a une augmentation d'acidité; il est plutôt dû à des produits odorants volatils (acides, éthers, etc.) provenant de la destruction des glycérides, produits encore très mal connus et cependant d'une certaine importance pratique.

La plupart des huiles fabriquées par les indigènes sont rances à des degrés divers et ont une odeur et une saveur fortes qui les rend impropres pour la table; les indigènes seuls peuvent les consommer. Cela tient, d'une part, à ce qu'ils se servent d'olives altérées, fermentées ou pourries, et, d'autre part, aux procédés tout à fait défectueux de fabrication et d'épuration.

Les huiles faites par les colons ont aussi souvent un goût trop prononcé, auquel les clients ne s'habituent pas facilement; ce goût légèrement amer est dû à des olives avariées ou incomplètement mûres, ou provient quelquefois d'un manque de soins pendant la fabrication.

L'huile prend facilement le goût et l'odeur des matières avec lesquelles elle se trouve en contact, et il faut traiter des olives bien mûres, saines, et éviter le contact des objets susceptibles de communiquer leur odeur à l'huile, pour avoir un produit exempt de goûts anormaux.

Les huiles de couleur verdâtre ou vert claire ne sont pas rares en Algérie. Ces couleurs ne sont pas recherchées par le commerce, qui apprécie surtout les huiles qui ont une couleur ambrée ou jaune d'or.

Pour conserver l'huile, il faut la soustraire à l'action combinée des divers facteurs que nous venons d'examiner; mais il faut d'abord qu'elle soit parfaitement purifiée par des décantations successives et une filtration, de manière à la débarrasser de la totalité de ses impuretés. L'eau et les impuretés sont les principales causes de l'altération et de la rancidité qui se manifestent dans les huiles. La filtration doit être faite le plus rapidement possible, sous pression et à l'abri de l'air.

L'huile ainsi préparée et mise à l'abri des influences extérieures (chaleur, air, lumière, etc.) conserve longtemps ses propriétés physiques et chimiques et toutes ses qualités organoleptiques. Les huiles qui ne sont pas parfaitement limpides et qui contiennent de l'eau ou des substances étrangères (surtout des matières protéiques) sont tôt ou tard envahies par les bactéries et sujettes à s'altérer et à devenir rances.

L'huile limpide est conservée dans des récipients imperméables et pouvant être facilement nettoyés. Pour les grands récipients, on utilise le fer blanc; on leur donne la forme d'un tronc de cône à la

partie supérieure, afin de rendre la surface de l'huile exposée à l'air aussi faible que possible. Les amphores revêtues de carreaux de verre sont des récipients excellents pour la conservation de l'huile. Les tonneaux de bois servant au transport de l'huile doivent être parafinés pour les rendre imperméables.

Pour la vente au détail, on soutire l'huile dans des bouteilles de verre, en ayant soin de les placer dans une pièce obscure, après les avoir soigneusement bouchées. On a conseillé l'emploi des bouteilles en verre jaune ou rouge qui arrêtent les rayons actifs de la lumière; mais elles présentent l'inconvénient de ne pas laisser voir la limpidité et la couleur de l'huile et d'être d'un nettoyage plus difficile.

La plus minutieuse propreté doit présider à toutes les manipulations de l'huile d'olive destinée à la consommation. Indépendamment de la fabrication proprement dite, la conservation et le transport des huiles donnent lieu à des opérations qui laissent souvent à désirer tant au point de vue des soins de propreté qu'à la manière de les conduire.

Les huiles d'olives bien préparées se présentent avec une limpidité parfaite, une couleur brillante, jaune d'or ou ambrée, neutre ou légèrement acidulée, avec une odeur et un goût discrets de fruit. Ainsi préparée, l'huile d'olive est incontestablement la reine des huiles pour la table; mais que de progrès à faire pour que cet idéal se généralise?

Les fabricants qui font des mélanges d'huile d'olive avec les huiles de graines disent volontiers que les consommateurs recherchent surtout l'huile à goût neutre et à bon marché; seulement, ils oublient d'ajouter que ces huiles sont presque toujours présentées au bon public sous l'étiquette d'huile d'olive. La vérité est que la plupart de ceux qui mangent de l'huile de coton, de sésame, d'arachide le font à leur insu et que la grande majorité des consommateurs européens a une prédilection marquée pour l'huile d'olive, même de qualité ordinaire.

III. — Les grignons.

Malgré tous les perfectionnements apportés dans le mode d'extraction de l'huile par les presses, il reste toujours une proportion d'huile considérable dans les tourteaux. Les tourteaux ou grignons d'olives se présentent, en Algérie, sous des formes et une constitution variables. Les tourteaux d'olives provenant des huileries européennes se présentent sous la forme de pains ou galettes d'épaisseur variable; les divers éléments constituants sont bien agglomérés, et, dans la pâte, on retrouve les noyaux intacts ou écrasés.

Les oléiculteurs qui n'ont pas à leur disposition des presses assez puissantes ou qui emploient des olives avariées produisent des tourteaux friables, qui se désagrègent immédiatement en une masse qui prend rapidement un aspect de terreau mélangé de noyaux et de fragments de coques.

Les indigènes qui écrasent les olives avec des moulins tout à fait primitifs et qui se servent de presses en bois produisent deux sortes de grignons. Après une première extraction, les grignons sont malaxés dans l'eau : les pellicules et la plus grande partie de l'huile viennent surnager à la surface et les noyaux et les débris de pulpe tombent au fond. Les grignons des pellicules recueillies à la surface sont légers et ressemblent un peu à du marc de thé ressuyé; ils sont très riches en huile. Quant au tourteau constitué par la pulpe et par les noyaux, il est beaucoup moins riche. D'ailleurs, le dépôt recueilli ainsi au fond de l'eau se réduit souvent aux noyaux seuls, la chair très divisée étant entraînée par l'eau.

Il y a lieu d'ajouter que ce mode de traitement des tourteaux d'olives n'est pas spécial aux indigènes et qu'on le retrouve dans les huileries européennes, mais alors pratiqué d'une manière plus rationnelle, non plus avec les pieds, mais avec des appareils mécaniques qui divisent et remuent la masse.

Jusqu'à ces dernières années, aucune usine ne faisait le traitement des grignons au sulfure de carbone. Les tourteaux étaient quelquefois vendus à Marseille au degré ou utilisés pour la nourriture des porcs, mais ils étaient le plus souvent jetés au fumier ou employés comme combustible. C'était une perte sèche, considérable pour la colonie.

La statistique évalue la production de l'huile d'olive en Algérie, pendant la campagne 1901-1902, à 246.000 quintaux. Or, si l'on admet un rendement moyen des olives de 15 %, ce qui est probablement un peu au-dessus de la vérité, — nous avons adopté le chiffre de 12 % au moment de la récolte des olives, la vérité est entre ces deux chiffres, — on trouve qu'à cette quantité d'huile correspond une récolte d'olives égale à 1.640.000 quintaux et que ces olives ont dû laisser 820.000 quintaux de grignons. Il s'ensuit qu'en prenant la teneur des tourteaux égale à 10 %, ce qui est un minimum comme on peut le voir en consultant notre tableau d'analyses, la quantité d'huile restée dans les grignons peut être évaluée au moins à 82.000 quintaux. Si l'on estime l'huile de ressence obtenue par le sulfure de carbone à 50 francs le quintal, on trouve que la valeur de l'huile ainsi perdue chaque année par l'industrie algérienne représente une valeur qui est supérieure à *4 millions de francs*.

On voit combien une transformation rapide de notre outillage pour la fabrication de l'huile, surtout chez les indigènes, s'impose, tant au point de vue du rendement que de la qualité. Et il faut féliciter l'Administration d'encourager cette transformation en aidant à l'acquisition de presses et de moulins.

Le broyage des noyaux permet de bénéficier de l'huile contenue dans les amandes, mais on a remarqué que les coques brisées retenaient à l'intérieur, par adhérence, une proportion d'huile sensiblement égale à celle des amandes, de sorte que le gain serait nul ou peu sensible. Mais ce broyage est nécessaire pour épuiser les grignons par la pression à chaud ou par le sulfure de carbone (huile de ressence).

Le marc retient naturellement une proportion d'huile d'autant moins forte que le pressoir est plus puissant; mais, malgré cela, il reste toujours une quantité importante de matière grasse dans le tourteau.

Voici à ce sujet une expérience faite en Portugal par M. Larcher Marçal [1] :

Huile contenue dans 1 kilog de marc.

	VARIÉTÉ PORTALÈGRE	VARIÉTÉ CASTELLO DE VIDE
Pressoir hydraulique. . .	76 gr.	89 gr.
— ordinaire.. . . .	120 gr.	109 gr.

Le degré de maturité et bien d'autres circonstances que nous avons eu l'occasion d'examiner à propos des olives et des huiles ont, d'ailleurs, une influence sur le rendement avec une presse déterminée. La température a cependant une action prépondérante, qu'il est bon de rappeler encore ici.

Dans la saison froide, quand la température est basse, l'huile sort difficilement, et la proportion qui reste dans le marc est considérable. Cette action est surtout manifeste avec les olives dont l'huile est riche en acides gras saturés. C'est pour remédier à cet inconvénient du froid qu'on traite le marc par l'eau bouillante, pour diminuer la viscosité de l'huile et faciliter son écoulement; mais il vaut beaucoup mieux se servir de la chaleur sèche en chauffant l'usine avec des calorifères.

La pression n'a pas seulement une influence sur le rendement en huile; elle a aussi une action très nette sur la qualité du produit.

Voici des résultats intéressants, tirés des expériences de MM. Larcher Marçal et Klein, et concernant les proportions d'huile extraites à différentes pressions :

Huile obtenue avec 100 kilogs d'olives.

VARIÉTÉS	20 ATMOSPHÈRES à froid	60 ATMOSPHÈRES à froid	150 ATMOSPHÈRES eau bouillante	TOTAL
Galléga . . .	3k917	3k263	4k791	11k999
Verdial . . .	4,473	2,633	2,813	12,509
Cordovil . .	6,483	3,019	3,733	13,238
Bical	8,700	3,050	3,250	15,000
Monçanilha .	8,883	3,100	4,050	15,700

On voit que la proportion d'huile extraite à froid avec une pression modérée croît avec la richesse en huile des variétés; mais il n'en est pas de même pour les pressions élevées.

L'ébouillantage des grignons, après la première pression, est une mauvaise opération, qui ne doit être pratiquée que lorsque l'outillage ne permet pas de donner une seconde pressée plus puissante à froid.

§ 1. — Composition des grignons.

Les tourteaux, les pellicules et les noyaux nous sont parvenus au laboratoire en bon état de conservation; mais il n'en est pas de même pour les grignons à l'état de *masse friable*, qui étaient souvent altérés et moisis. J'incline donc à penser que les chiffres qui se rapportent à ces derniers ne représentent pas toute la matière grasse perdue, une certaine quantité ayant été déjà oxydée et détruite.

Il a été prélevé sur chacun des grignons un poids de 300 grammes dans une capsule de porcelaine tarée. Ces capsules ont été placées dans l'étuve à dessécher, en même temps que les olives. Quand les tourteaux étaient suffisamment desséchés, on les passait au moulin après avoir noté la perte de poids et l'on en prenait 10 grammes pour déterminer l'eau qui restait dans une étuve à 100°, et 10 grammes pour extraire l'huile par l'éther ou le sulfure de carbone.

Les tourteaux, à la sortie des presses, renferment aussi des matières azotées, des matières minérales, etc... Mais ces déterminations ne présentent qu'un intérêt tout à fait secondaire, la véritable destination des grignons d'olives étant le *traitement au sulfure de carbone* et non l'alimentation des moutons ou des porcs. C'est pourquoi nous nous sommes borné aux dosages de l'huile et de l'eau.

Après leur traitement par un dissolvant approprié, les grignons constituent un engrais organique excellent, comparable au bon fumier de ferme. Ils sont généralement plus riches en azote et en potasse que le fumier, mais plus pauvres en acide phosphorique. On en ferait un engrais complet en leur ajoutant un peu d'acide phosphorique sous forme de superphosphate, de scories ou de phosphate naturel.

La teneur en huile des tourteaux véritables est

[1] R. Larcher-Marçal : *Loc. cit.*

extrêmement variable et passe de 11,42 °/₀ de matière sèche (Texier à El Affroun) à 35,38 °/₀ (Belon, à Saint-Denis-du-Sig).

Le taux de matière grasse dans les noyaux est plus faible et se maintient entre les limites de 11,25 °/₀ de matière sèche (noyaux d'olives Djerraz de Collo) et 5,48 °/₀ (Bois-Sacré). Les noyaux écrasés et privés d'une partie de leurs amandes sont encore moins riches en huile : 2,51 °/₀ (Taher, douar Oued-Nil).

Nous avons déjà dit que les coques ne contenaient pas d'huile. En effet, 10 grammes de coques (olives Djeraïz de Gouraya), épuisés par l'éther, n'ont donné que 0 gr. 04 (soit 0,4 °/₀) d'un résidu composé de matière résinoïde et de quelques gouttelettes d'huile provenant vraisemblablement de fins débris de pulpe ou d'amande.

Les grignons de noyaux renferment toujours une plus ou moins grande quantité de pulpe adhérente et imprégnée de matière grasse. C'est ce qui explique leur richesse en huile relativement élevée. Les grignons désignés sous le nom de *masse friable*, c'est-à-dire ceux obtenus avec le concours de l'eau et l'emploi de presses insuffisamment puissantes, contiennent de 15,03 °/₀ d'huile (Clauzel, domaine Hammam) jusqu'à 25,35 (grignon de Petit). Mais, comme nous l'avons déjà fait remarquer plus haut, la plupart de ces grignons étaient dans un état de conservation laissant à désirer et avaient certainement déjà perdu une certaine proportion d'huile.

Enfin, les pellicules présentent une richesse très élevée en huile, variant entre 18,90 °/₀ de matière sèche (Les Braz, douar El-Aueb, fraction des Beni-Basset) et 48,25 °/₀ (El Mila, douar Ouled Debab).

Les grignons renferment aussi des quantités très variables d'eau : 53,30 °/₀ dans les grignons pourris de Baral et 9,56 °/₀ dans les pellicules séchées de l'Oued-Cherf. Les pellicules ou les grignons délités peuvent contenir jusqu'à moitié de leur poids d'eau, mais les tourteaux véritables ne contiennent guère que 25 à 35 °/₀ d'eau et les noyaux dépassent rarement 20 °/₀.

On voit l'énorme quantité d'huile perdue chaque année par l'oléiculture algérienne, et, en présence de cette constatation, on ne saurait trop préconiser l'épuisement des tourteaux par un dissolvant approprié. Actuellement, deux usines sont déjà installées pour le traitement des grignons par le sulfure de carbone : l'une à Marceau, près de Tizi-Ouzou, et l'autre près de Bougie, au pont de la Soummam. Cette dernière, qui vient de faire sa première campagne, transforme ses huiles en savons.

§ 2. — Conservation des grignons.

Il y a donc un intérêt de premier ordre pour les oléiculteurs à pouvoir conserver leur marc, de manière à perdre le moins possible d'huile, et surtout à empêcher son altération, qui la rendrait impropre à bien des usages industriels.

La conservation des tourteaux a été l'objet d'une étude intéressante de MM. Marçal et Klein, qu'il me semble utile de résumer ici.

Ces savants ont étudié comparativement les quatre procédés de conservation suivants :

1° Séchage du marc à l'air libre ;

2° Marc tassé à l'abri du contact de l'air ;

3° Marc mouillé avec l'eau rousse et exposé au contact de l'air à la partie supérieure ;

4° Marc tassé et mouillé avec l'eau rousse et préservé du contact de l'air.

L'*eau rousse* est le liquide noirâtre (*margine*) formé par le jus d'olive (eau contenant des matières diverses en solution et en suspension), qui s'écoule en mélange avec l'huile pendant la pression, et qu'on sépare par décantation dans les enfers.

Les expériences ont été faites avec des grignons contenant 12,69 °/₀ d'huile, ayant une acidité de 1,18 °/₀, et ont duré quatre mois. Ces tourteaux renfermaient 27,51 °/₀ d'eau, et avaient été obtenus avec l'olive Galéga contenant 46,6 °/₀ d'eau et 21,76 °/₀ d'huile. Les expérimentateurs ont partout observé une décroissance dans la quantité de matière grasse par suite du développement des moisissures, et une augmentation considérable dans le degré d'acidité de l'huile, surtout sous l'influence de l'oxygène de l'air. Les méthodes n°s 2 et 3 sont à rejeter. Le procédé n° 1 (séchage du marc à l'air) peut être employé, à la condition d'opérer rapidement pour éviter l'altération des grignons ; mais l'huile qu'on obtient est très foncée en couleur et son acidité peut s'élever à plus de 50 °/₀.

La méthode de conservation par l'eau rousse, à l'abri de l'air, est celle qui réunit les meilleures conditions : la perte de matière grasse est minimum et l'huile éprouve une altération moins sensible.

A priori, on pouvait penser qu'en salant les marcs à la manière des olives, on obtiendrait encore de meilleurs résultats et qu'on parviendrait ainsi à éviter presque complètement l'altération de la matière grasse. Cette idée, qui n'avait point échappé aux expérimentateurs, nous avons tenté de la mettre en pratique, non avec des margines que nous n'avions pas à notre disposition, mais simplement avec de l'eau.

Les margines des usines européennes contiennent peu d'huile : de 0,1 à 0,5 °/₀ ; mais les margines indigènes sont bien plus riches et entraînent une quantité d'huile non négligeable. Des bocaux semblables à ceux employés pour la conservation des olives ont été remplis de grignons. Les grignons ont été ensuite mouillés avec de l'eau contenant 100 grammes de sel par litre, comprimés et con-

servés pendant deux mois. Dans ces conditions, la déperdition d'huile ne dépasse pas 1 °/₀ et l'augmentation de l'acidité est faible.

En résumé, pour assurer la conservation du marc avant son épuisement définitif, aussi bien que celle des olives, de manière à éviter l'altération de l'huile et à en perdre le moins possible, il faut le soustraire à l'influence combinée de l'oxygène de l'air et de la lumière, et empêcher, au moyen d'un antiseptique, le développement des champignons et des bactéries dans la masse.

En pratique, l'agent conservateur employé jusqu'ici est le sel, qui n'altère pas et ne dénature pas l'huile; les autres substances antiseptiques présentent des inconvénients plus graves.

§ 3. — Extraction de l'huile des grignons.

Avant d'être traités par le sulfure de carbone, les grignons doivent subir quelques préparations destinées à permettre un contact intime entre la matière et le dissolvant, de manière à assurer l'épuisement le plus rapidement possible. C'est pour cela qu'ils sont d'abord désagrégés dans un broyeur, puis séchés à une température peu élevée pour ne pas altérer l'huile.

A la sortie du séchoir, les grignons sont de nouveau broyés sous les meules d'un moulin. De là, ils passent dans l'extracteur, où ils restent un temps suffisant pour que l'épuisement soit complet. Le sulfure de carbone tenant l'huile en dissolution est ensuite envoyé dans un appareil à distiller spécial, ou *évaporateur*. On chauffe doucement; le sulfure de carbone se dégage à l'état de vapeur et vient se condenser au contact de l'eau froide, pour être ensuite ramené dans le *bac-réservoir*, et l'huile qui reste est écoulée dans un réservoir.

Quant aux grignons, ils sont retirés de l'extracteur par un trou d'homme ménagé à cet effet; ils ne renferment guère que 0,5 °/₀ de matière grasse.

L'appareil est alors prêt pour une seconde opération. Théoriquement, le cycle de ces diverses manipulations peut se répéter indéfiniment avec le même dissolvant qui se trouve régénéré; mais, en pratique, il y a une perte qu'on évalue à environ 10 litres par tonne de grignons épuisés.

Les dissolvants employés sont des liquides très inflammables, et les travaux de surveillance et de conduite des appareils doivent être confiés à des ouvriers exercés.

Les grignons se vendent, en moyenne, 25 francs la tonne. Or, dans l'état actuel des choses, on peut tabler sur un rendement de 10 °/₀ d'huile. L'huile ainsi obtenue a une valeur supérieure et se vend actuellement 65 francs, soit une différence de valeur de 40 francs par tonne. Il faut faire en sorte d'augmenter encore cette différence en conservant à l'huile de ressence toutes ses propriétés.

Or, l'épuisement des grignons par le sulfure de carbone, la benzine ou l'essence de pétrole, tel qu'il est pratiqué actuellement, présente des inconvénients qu'il convient de signaler ici.

Tout d'abord, il exige une installation assez coûteuse, et les usines ont quelquefois à payer des frais de transport assez considérables pour s'approvisionner en tourteaux. Ces frais de transport, qui représentent une partie notable de la valeur des grignons, sont une cause de dépréciation. Mais là n'est point le plus grand inconvénient de ce système, comme nous allons le voir.

Les grignons achetés par les usines à extraction sont généralement conservés en tas, à l'air libre et tant bien que mal, en attendant leur expédition. Or, nous venons de voir que, si la perte d'huile n'est pas très considérable quand le temps qui s'écoule entre la pression et la livraison à l'acheteur est de courte durée, l'huile devient cependant rapidement acide en même temps que sa couleur se fonce.

A l'usine, les grignons peuvent être conservés dans l'eau de mer ou dans l'eau salée; mais ils sont aussi souvent simplement emmagasinés en tas en attendant qu'ils soient travaillés.

Dans ces conditions, l'huile obtenue est toujours plus ou moins acide et colorée; il y a, en outre de cette défectuosité dans la qualité du produit, une perte considérable de matière grasse.

Pour tirer tout le profit possible des grignons, il faudrait les traiter tout de suite après leur sortie des presses, sur les lieux mêmes de production. On éviterait ainsi les frais de transport, en même temps qu'une perte sensible dans la quantité et la qualité de l'huile restant dans les tourteaux.

Les constructeurs doivent s'efforcer de réaliser ce desiderata en établissant des extracteurs simples et robustes, pouvant marcher avec tous les dissolvants, faciles à conduire et d'un prix assez réduit pour leur permettre d'être installés dans tous les moulins d'une certaine importance.

Les tourteaux sulfurés sont moins riches en eau et plus riches en azote que les grignons à la sortie des presses. On peut en faire la base d'excellents engrais. Quelques usiniers, là où le combustible est cher, les emploient pour le chauffage des chaudières. Les margines peuvent être utilisées pour l'obtention des salins de potasse [1].

J. Dugast,
Directeur de la Station agronomique d'Alger.

[1] E. Milliau, E. Bertainchand, F. Mallet : *Rapport sur les huiles d'olives de Tunisie et sur l'utilisation des margines*, 1900.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Weiss (F.-J.), *ingénieur civil à Bâle.* — **Traité de la Condensation.** (*Traduit par* E. Hannebicque.) — 1 *vol. in-8° de* 527 *pages avec* 117 *fig.* (*Prix* : 20 *fr.*) *Dunod, éditeur, Paris*, 1904.

Il peut sembler extraordinaire, à première vue, que la question de la condensation dans les machines à vapeur fasse l'objet d'un aussi gros volume, alors surtout que ce volume — nous en sommes avertis dès le début — ne donne aucun détail technique sur la construction des condenseurs, des pompes, des canalisations. Mais, en réalité, les phénomènes dont il s'agit sont fort complexes, leur théorie nécessite des discussions délicates, et ils présentent, d'ailleurs, une importance industrielle qui justifie de longs développements. La méthode suivie est bien celle qui convient en matière de Mécanique appliquée : après avoir demandé à la Physique toutes les indications qu'elle peut fournir, l'auteur discute à fond les équations obtenues, en s'aidant de procédés graphiques, et il ne s'arrête qu'après avoir fourni des exemples numériques. Les aperçus originaux abondent dans cette œuvre d'un spécialiste qui a consacré sa carrière à l'étude de la condensation. Une rapide analyse suffira pour nous en convaincre.

La condensation se fait par mélange ou par surface, et de là deux grandes catégories de condenseurs. Mais une distinction plus profonde concerne le mode de circulation. La circulation est *méthodique*, si l'afflux de vapeur à condenser se fait en sens inverse du courant d'eau; elle est *parallèle* dans le cas contraire.

La circulation méthodique présente, par rapport à la circulation parallèle, des avantages considérables. D'abord, les échanges de chaleur se font plus complètement, ce qui procure une économie d'eau froide pouvant aller à 30 °/₀. Cette économie a sa valeur, lors même que l'eau froide ne coûte rien, parce qu'on diminue ainsi le travail nécessaire pour l'extraction de l'eau chaude. En outre, la pompe à air se trouve placée dans la région du condenseur ou règne la température la plus basse et où, par conséquent, la tension de la vapeur est la plus faible : elle extrait donc de l'air moins humide. Or, il n'y a guère d'utilité à pomper de la vapeur qui se reforme. La circulation méthodique permet, en somme, d'employer une pompe plus petite, dépensant moins de travail. Le calcul montre que cette économie de travail peut atteindre 50 °/₀.

La circulation méthodique exige évidemment que la pompe à air ne serve pas en même temps à extraire l'eau chaude : celle-ci doit être enlevée, soit par une pompe indépendante, soit par un tuyau vertical descendant à plus de dix mètres au-dessous du condenseur.

Si l'on connaît : d'une part, le nombre de calories apportées au condenseur par la machine dans l'unité de temps, d'autre part, la quantité d'eau froide injectée, un calcul facile fait connaître la température de l'eau évacuée. A cette température correspond une certaine tension de vapeur : ce serait la pression du condenseur, s'il n'y avait pas d'air mélangé à la vapeur. La pompe à air doit être établie de façon à se rapprocher autant que possible de cette pression limite qui représente le vide physiquement réalisable. Quand la pompe est donnée, il faut régler le nombre de tours en conséquence; mais il faut se garder de faire tourner plus vite : on ne réussirait qu'à augmenter la quantité de vapeur enlevée en même temps que l'air, sans abaisser pour cela la pression, puisque la vapeur se reproduit constamment.

Cette assertion, formulée par M. Weiss, me paraît trop absolue. En forçant la pompe à air à enlever des quantités de vapeur croissantes, on augmente le froid produit par l'évaporation; on abaisse donc la température du condenseur, et par conséquent sa pression. Du reste, dans une autre partie de l'ouvrage, l'auteur dit lui-même que si la pompe à air est trop grande, elle parvient, dans une certaine mesure, à faire monter le vide. A vrai dire, l'abaissement de pression ainsi obtenu nécessite un supplément de travail, et il est douteux que le résultat final soit avantageux; mais il serait bon de s'en assurer par une discussion approfondie.

La limite de vide ne peut être atteinte, dans le cas d'une circulation parallèle, qu'au moyen d'une pompe infinie. Avec la circulation méthodique, elle peut être réalisée en employant une pompe de dimensions bien déterminées.

Pour calculer les dimensions de la pompe à air, il faut connaître la quantité d'air à extraire dans l'unité de temps. Une partie vient des gaz dissous, et elle est proportionnelle au volume d'eau injecté. Contrairement à ce qu'on suppose parfois, ce n'est pas la source principale : l'air qui pénètre par les joints représente un volume pouvant dépasser dix fois et même vingt fois celui de l'air dissous. Suivant Grashof, dont M. Weiss invoque l'autorité, la rentrée d'air due au défaut d'étanchéité est sensiblement indépendante du degré de vide, dès que la pression dans le condenseur est inférieure à la moitié de la pression atmosphérique. Nous devons, à cette occasion, rappeler les recherches théoriques de Hugoniot, d'après lesquelles le débit en poids d'un réservoir de gaz par un orifice en mince paroi est indépendant de la pression d'aval, tant que celle-ci est inférieure à la fraction 0,522 de la pression d'amont; cette conclusion est conforme à celle de Grashof. D'après cela, la rentrée d'air doit être simplement proportionnelle à la somme des sections de passage. Ignorant la valeur de cette somme, M. Weiss propose d'admettre que la rentrée d'air est proportionnelle au volume total des appareils. On peut, en effet, supposer que l'ensemble des fuites est à peu près proportionnel à ce volume. Mais il me devient impossible de suivre l'auteur quand il ajoute que, le volume des appareils étant lui-même sensiblement proportionnel à la consommation de vapeur, la rentrée d'air peut être figurée par la formule $U = \mu D$, dans laquelle D désigne cette consommation et μ un coefficient numérique. Car alors, pour une installation donnée, la rentrée d'air varierait avec le travail demandé à la machine, lors même que rien ne serait changé dans l'état du tuyautage et dans la pression de la vapeur qu'il renferme, conséquence évidemment invraisemblable.

Souvent, la pompe à air, dans un but de simplification, sert en même temps à l'extraction de l'eau chaude. Son volume est déterminé en conséquence; il faut alors, comme nous l'avons déjà remarqué, renoncer à la circulation méthodique. Quand l'appareil est établi dans ces conditions, on doit éviter d'exagérer l'arrivée d'eau froide, sans quoi la pompe deviendrait incapable de suffire à l'extraction de l'air et l'on verrait monter la pression. Il existe une valeur de la quantité d'eau froide qui donne le maximum de vide. D'après les calculs de M. Weiss, la quantité optimum, pour une machine donnée, est à peu près la même, quelle que soit la consommation de vapeur; mais ces calculs reposent sur l'emploi de la formule $U = \mu D$ et motivent par suite les mêmes réserves. M. Weiss conclut que, quand on a une fois trouvé la position la plus favorable

de la vanne, on peut la laisser toujours dans la même position. En revanche, il est désirable, au moins dans le cas de la circulation méthodique, que la vitesse de la pompe à air varie *en sens inverse* de la consommation de vapeur. Effectivement, quand cette consommation augmente (sans variation de l'injection d'eau froide), la température — et par conséquent la pression — s'élève dans le condenseur. La pompe à air travaillant dans la région la moins chaude, la pression de la vapeur dans le mélange extrait est faible et peu variable; l'augmentation de pression du condenseur se traduit donc presque intégralement, en ce qui concerne la pompe, par un accroissement de pression de l'air; comme le poids de celui-ci demeure invariable, il y a réellement un volume moindre à extraire. Cette particularité a conduit M. Weiss à imaginer un dispositif dans lequel la pompe est commandée par un petit moteur dont on peut faire varier la vitesse au moyen d'un régulateur spécial.

Pour obtenir une transmission complète de la chaleur entre la vapeur et l'eau, il est inutile de s'attacher à une très grande division de l'eau. La transmission s'accomplit parfaitement du fait de la chute de l'eau en cascade et de son rejaillissement. Le temps nécessaire à la condensation est si petit qu'il n'est pas mesurable.

Les condenseurs par surface sont plus coûteux et nécessitent plus d'eau que les condenseurs par mélange. Ils exigent une plus grande pompe à air parce que, la masse gazeuse étant plus chaude, l'air est plus dilaté et surtout plus dilué dans la vapeur. Il est vrai que l'air dissous dans l'eau froide ne pénètre pas dans les condenseurs par surface, mais nous avons vu que le volume de cet air est pratiquement insignifiant en présence de celui qui entre par les joints. Le seul avantage sérieux des condenseurs par surface est de donner la vapeur condensée sous forme d'eau distillée. Pour calculer la surface de refroidissement nécessaire, M. Weiss admet que la quantité de chaleur traversant une paroi est proportionnelle *au carré* de la différence des températures. Cette hypothèse, contraire à celle de Newton, a été, paraît-il, déduite par le Professeur Werner de certaines expériences; elle est également admise par Grashof.

En vue de préciser le degré d'utilité de la condensation, M. Weiss analyse avec détail le fonctionnement d'une machine, suivant qu'elle est pourvue ou non d'un condenseur. Dans le cas d'une machine fixe, la condensation permet d'utiliser la vapeur à une pression réduite. Le volume admis demeure le même, mais, la pression étant moindre, il en est de même du poids de vapeur consommé pour un travail donné. Dans le cas d'une machine à détente variable, la condensation permet de diminuer le volume admis, d'où, encore, une économie de vapeur. L'auteur détermine le nouveau degré d'admission résultant de l'application de la condensation et en déduit la valeur de l'économie. Pour avoir l'économie effective, il faut tenir compte de ce que les machines à condensation présentent une cause de perte spéciale, due à l'amplification des oscillations de température dans les cylindres. Il faut également noter que, dans les machines à détente fixe, l'effet utile de la condensation est environ deux fois moindre que dans les machines à détente variable par le régulateur.

Un chapitre fort intéressant concerne le calcul d'une condensation centrale. Ainsi que l'indique le traducteur dans sa préface, les résultats économiques obtenus en installant un condenseur unique, destiné à recevoir toute la vapeur d'échappement d'une usine, ont été si concluants que beaucoup de mines et de grandes usines d'Allemagne, d'Autriche-Hongrie, de Russie, d'Amérique ont monté des condensations centrales. En France, les installations de ce genre sont encore très peu nombreuses.

M. Weiss montre comment on doit diriger les calculs pour trouver la condensation la plus avantageuse et comparer le coût de l'installation à son effet utile. Dans un exemple complètement traité (condensation centrale pour sept machines à détente variable, dont trois compound et quatre monocylindriques), on trouve que l'établissement de la condensation économise annuellement 24.350 francs pour une dépense de premier établissement évaluée à 137.500 francs. Il y a, d'ailleurs, avantage à adopter une condensation centrale plutôt qu'une série de condensations indépendantes : le prix de revient total est moins élevé, la surveillance et l'entretien sont plus faciles; le degré de vide est plus constant. Toutefois, il vaut parfois mieux installer deux condensations au lieu d'une. Si les frais sont un peu plus grands, par contre on est assuré d'avoir toujours l'une des condensations en état de fonctionner.

La distribution des machines à condensation doit être étudiée en vue de permettre un écoulement rapide de la vapeur sortant des cylindres et aussi de réaliser, malgré l'abaissement de la pression d'échappement, une compression suffisante. Cette considération a conduit M. Weiss à proposer certaines modifications des tiroirs de distribution.

La condensation dans les machines à régime variable soulève divers problèmes, qui sont étudiés avec soin. Signalons en particulier la notion, due à Eberle, de l'*inertie du condenseur*.

La masse d'eau qui se trouve dans le condenseur et la masse métallique exigent un certain temps pour s'échauffer ou se refroidir, et la température du condenseur ne suit donc qu'avec un certain retard les variations de la consommation de vapeur. Le calcul montre qu'à la suite d'une variation brusque de la consommation par unité de temps, cette température se met à varier en fonction exponentielle du temps. Théoriquement, il faut un temps infini pour que le condenseur parvienne à un nouvel état de régime. Mais, pratiquement, l'équilibre se rétablit dans un temps très court; il faut une masse énorme d'eau pour faire véritablement volant de chaleur. Si l'on veut avoir un volant sensible, il est avantageux de placer la réserve d'eau à l'extérieur du condenseur. Cette eau circule entre le condenseur et de grands réservoirs fermés placés à un niveau inférieur, puis elle remonte au condenseur. On obtient ainsi ce que l'auteur appelle un *accumulateur d'eau froide*.

L'ouvrage se termine par l'étude des moyens propres à refroidir artificiellement l'eau de condensation. Il y a quatre causes de refroidissement : l'évaporation, la convection de l'air à la surface libre, la radiation, la convection de l'air le long des parois. En pratique, c'est seulement par évaporation de l'eau à la surface libre et convection de l'air à son contact que l'eau cède sa chaleur.

En somme, l'ouvrage si complet de M. Weiss est de nature à intéresser les théoriciens aussi bien que les praticiens. On ne lit guère, chez nous, les livres allemands : la traduction de M. Hannebicque rendra donc de réels services à l'industrie française.

L. Lecornu,
Ingénieur en chef des Mines.

Jully (A.), *Inspecteur de l'Enseignement manuel dans les écoles de la Ville de Paris.* — **La Règle à Calcul** (NOTIONS THÉORIQUES ; EMPLOI ET APPLICATIONS PRATIQUES). — *1 vol. in-16° de 125 pages avec figures (Prix : 1 fr. 50). T. Bernard, éditeur, Paris,* 1904.

Ce petit volume est la reproduction de causeries faites aux maîtres-ouvriers professeurs dans les cours techniques d'apprentis de la Ville de Paris. Il sera utile à ceux qui désirent s'initier au maniement de la règle de Mannheim sans avoir étudié les logarithmes; il les exercera à résoudre rapidement un certain nombre de problèmes pratiques et de calculs, ordinairement longs et difficiles, que l'on rencontre dans l'emploi des machines-outils.

2° Sciences physiques

Vidal (Léon), *Professeur à l'Ecole Nationale des Arts décoratifs.* — **Traité pratique de Photochromie.** *1 vol. in-12 de* VIII-337 *pages avec* 96 *fig. et* 14 *pl. en couleurs.* (*Prix* : 7 *fr.* 50). *Gauthier-Villars, éditeur. Paris.* 1904.

S'il est un sujet passionnant, c'est bien celui qui a pour but la reproduction des couleurs au moyen de la photographie. Nul n'était plus compétent que M. Vidal pour traiter cette question vraiment à l'ordre du jour.

On sait l'importance qu'a prise la photographie dans les arts de copie, où elle occupe maintenant la première place. De sa sincérité, de son exactitude de traduction, on ne peut plus discuter. Les seules critiques que l'on pourrait lui faire, en ce qui concerne la reproduction des modèles coloriés, c'est qu'elle ne traduit pas toujours exactement les valeurs du modèle et qu'elle rend ainsi imparfaitement l'original. De celui-ci, aux couleurs éclatantes et variées, nous ne recueillons qu'une image monochrome, irréprochable quant aux lignes, mais qui ne pourra nous donner qu'une représentation incomplète du modèle. L'obtention de la reproduction des couleurs par la photographie est un gros problème, qui a préoccupé déjà nombre de chercheurs. Deux solutions différentes ont été proposées, l'une par la méthode directe, l'autre par la méthode indirecte.

Après quelques généralités sur la lumière et les couleurs, qui sont indispensables pour lire l'ouvrage avec fruit, M. Vidal fait l'historique de la question : il montre les premiers travaux de Becquerel, de Poitevin, de Niepce de Saint-Victor, de Cros et Ducos de Hauron, de Lippmann. A noter une intéressante réunion de documents sur la question de priorité qui s'est élevée entre Cros et Ducos de Hauron, lesquels, par une coïncidence singulière, ont communiqué le même jour leurs procédés à la Société française de Photographie.

La méthode interférentielle de M. Lippmann est décrite avec tous ses détails, ainsi que tous les perfectionnements apportés par M. Lumière; M. Vidal s'arrête plus longuement sur les méthodes indirectes de photographie des couleurs, car la belle découverte de M. Lippmann en est, en quelque sorte, au point où était la photographie lors du daguerréotype. On sait, en effet, que dans cette méthode l'image est unique, renversée, et doit être vue sous une certaine incidence.

Avec la méthode indirecte, il n'en est plus de même, et la multiplication du document en couleurs devient chose possible, ce qui intéresse particulièrement les procédés de reproduction graphique.

L'auteur aborde avec grands détails l'étude des écrans colorés qui servent pour l'analyse des couleurs, puis les procédés de synthèse qui permettront de reconstituer l'image en couleurs. C'est toute l'histoire de la photographie trichrome, aujourd'hui si développée.

Il termine par la description des procédés photométriques qui permettent maintenant la multiplication du document photographique en couleurs.

Outre l'intérêt présenté par cet ouvrage, qui embrasse toute la question de la photographie des couleurs, il est destiné à devenir le *Vade mecum* de tous ceux, amateurs ou industriels, qui veulent marcher dans la voie du progrès et demander à la photographie d'ajouter à la vérité de la traduction la magie des couleurs. De nombreuses figures et des planches en couleurs aux divers états de l'opération éclairent d'une façon magistrale les démonstrations de l'auteur.

ALBERT LONDE.

Carracido (José R.), *Professeur de Chimie biologique à l'Université de Madrid.* — **Tratado de Quimica biologica.** — 1 *vol. in-8° de* 725 *pages et* 114 *figures.* (*Prix* : 20 *fr.*). *Perlado, Paez et Cie, éditeurs, Madrid,* 1903.

Le traité de Chimie biologique de M. Carracido est divisé en cinq parties. La première est consacrée à l'exposé d'une série de questions de Chimie physique, de Physique biologique, de Chimie organique et de Biologie générale dont l'auteur juge avec raison la connaissance préalable indispensable à l'étude de la Chimie biologique. Ici sont étudiées avec soin, bien que d'une manière nécessairement écourtée, la pression osmotique, la cryoscopie, la plasmolyse, la théorie des ions, toutes les questions relatives à la structure moléculaire des corps organiques, les équilibres chimiques, les réactions chimiques intra-organiques (oxydations, réductions, hydratations, etc.), et enfin les ferments figurés et les actions diastasiques. Vient ensuite, dans la seconde partie, l'étude chimique des principes immédiats de l'organisme, qui termine et complète toute la partie préliminaire de l'ouvrage. La constitution histologique et chimique de la cellule fait l'objet de la troisième partie ; la quatrième comprend l'étude des associations cellulaires, c'est-à-dire les divers tissus (y compris le sang et la lymphe), celle des fonctions organiques (digestion, respiration, génération, excrétion) et celle des bilans nutritifs.

On peut faire à l'ouvrage de M. Carracido cette critique que des notions préliminaires, indispensables assurément à l'étude de la Chimie biologique, mais en somme extérieures à cette partie de la Chimie, y occupent une place qui, nécessairement, a obligé l'auteur à raccourcir d'autant l'exposé des questions constituant l'objet propre de l'ouvrage. Il me semble que, de plus en plus, les ouvrages de Chimie physiologique à l'usage des étudiants en médecine tendront à éliminer de leur cadre un nombre considérable de questions qui, autrefois, y tenaient une place importante, soit parce que les ouvrages de Chimie et de Physique ne faisaient pas à ces questions une place assez large, soit parce que les étudiants n'abordaient pas l'étude de la Chimie biologique avec une culture générale suffisante. Aujourd'hui qu'un enseignement propédeutique de Chimie et de Physique générales est le plus souvent donné aux étudiants, et qu'au surplus la Chimie organique pure s'empare de plus en plus de l'étude de substances dont les chimistes biologistes étaient autrefois seuls à s'occuper, il vaut mieux alléger d'autant les ouvrages de Chimie physiologique et se borner à utiliser largement, mais non plus à exposer systématiquement dans ces ouvrages, les notions préliminaires en question. Peut-être, M. Carracido n'a-t-il obéi là qu'à une nécessité de l'organisation des études médicales dans son pays? Mais cette nécessité l'a obligé à condenser fortement toute la partie proprement biologique de son ouvrage, si bien qu'en plusieurs endroits des questions importantes, comme celle des rations alimentaires, des transformations réciproques des aliments par exemple, n'ont pas reçu un développement en rapport avec l'étendue du livre.

L'ouvrage, bien au courant des récentes publications françaises et étrangères, offre un tableau complet et bien ordonné des données essentielles de la Chimie physiologique et sera certainement un guide utile pour les étudiants en médecine de langue espagnole.

E. LAMBLING,
Professeur à la Faculté de Médecine de Lille.

Saillard (E.). — **Technologie agricole.** (SUCRERIE, MEUNERIE, BOULANGERIE, FÉCULERIE, AMIDONNERIE.) — 1 *vol. in-16 de* 423 *pages et* 163 *fig.* (*Prix* : 5 *fr.*) *J.-B. Baillière et fils, éditeurs Paris,* 1904.

Ce petit traité s'adresse surtout au grand public agricole, qui a le plus grand intérêt à avoir des notions exactes sur les industries qui utilisent les produits du sol. Il contient la description sommaire des procédés employés dans les principales industries agricoles : sucrerie, meunerie, boulangerie, féculerie, amidonnerie et glucoserie.

Il était intéressant de faire ressortir l'importance du rôle de la science dans ces industries : c'est ce que l'auteur n'a pas manqué de faire, en donnant la sucrerie comme exemple. Si cette industrie a fait tant de

progrès pendant ces vingt dernières années, c'est que le chimiste y est devenu le collaborateur indispensable. On trouve un laboratoire dans toutes les sucreries : partout on suit scientifiquement le travail des ouvriers, partout on est outillé pour établir le bilan du sucre par jour, par semaine, ou pour toute la campagne.

Le Syndicat des fabricants de sucre de France a même installé un laboratoire, très bien outillé, dont le rôle est d'étudier les procédés nouveaux de fabrication ou les points obscurs du travail ordinaire.

La sucrerie présente à ce point de vue une supériorité marquée sur les autres industries décrites dans ce volume, où l'empirisme joue souvent un grand rôle. Il est donc utile d'appeler l'attention de tous ceux qui collaborent au développement de ces industries pour susciter des études et les faire progresser.

X. Rocques,
Chimiste expert des Tribunaux de la Seine,
Ancien chimiste principal
du Laboratoire municipal de Paris.

3° Sciences naturelles

Giglio-Tos (Dr Ermanno), *professeur de Zoologie et d'Anatomie comparée à l'Université de Cagliari.* — **Les Problèmes de la Vie. 2e partie : L'Ontogenèse et ses problèmes.** — 1 *vol. in-8° de* 368 *pages avec figures dans le texte.* (*Prix* : 12 *francs*). *Chez l'auteur, à l'Université de Cagliari*, 1904.

Les qualités qui distinguaient la première partie de cet ouvrage[1] se retrouvent dans la seconde. C'est d'abord la précision de l'expression et l'élégance de la phrase qui rendent ce livre très agréable à lire. Mais ces qualités de pure forme ne sont elles-mêmes que l'expression d'un mérite plus profond, de l'enchaînement rigoureux des idées, sobrement exposées, sans qu'un détail accessoire et oiseux vienne en relâcher l'étroite liaison.

Cette deuxième partie de l'œuvre de Giglio-Tos est consacrée à l'ontogenèse. Après une analyse minutieuse des phénomènes fondamentaux de l'ontogenèse, après avoir montré que les différenciations histologiques et morphologiques ne sont que les conséquences d'une différenciation chimique des cellules, après un examen de la constitution de l'œuf, nécessaire pour la parfaite compréhension des phénomènes ontogénétiques, l'auteur considère les bases possibles de l'ontogenèse. Ces bases ne peuvent être que les trois modes possibles de développement biomoléculaire : autogénétique, homogénétique, hétérogénétique (voir le 1er livre); c'est-à-dire que les deux premiers blastomères : ou bien sont égaux entre eux et égaux à l'œuf, ou bien sont égaux entre eux mais différents de l'œuf, ou bien encore sont différents entre eux et différents de l'œuf. Or, de ces modes de développement on ne peut retenir que le troisième, ou mode hétérogénétique. Cela étant posé, il est démontré qu'il n'y a que deux modes possibles de développement hétérogénétique : le développement polyodique et le développement monodique.

Ces termes doivent être expliqués. Le développement polyodique est celui dans lequel, l'évolution suivie par les blastomères étant supposée représentée par des voies qui les conduisent à la différenciation histologique définitive, ces voies seront aussi nombreuses que les cellules de l'agrégat, et l'apparition de deux blastomères nouveaux après chaque cytodiérèse marquera aussi l'apparition de deux nouvelles voies dans leur évolution. Ce mode polyodique ne peut exister, car toute différenciation histologique devrait être représentée par un seul élément chez l'adulte, ce qui n'est pas le cas. Reste le mode monodique. Tous les blastomères y suivent la même voie dans leur évolution, c'est-à-dire la voie qui caractérise l'évolution de l'œuf : le bioplasme ovulaire *a* disparaît à la première segmentation en devenant dans chacun des deux premiers blastomères les bioplasmes *b* et *c* ; de même, à la seconde segmentation, *b* se divise en *e* et *d*, et ainsi de suite; au stade 8, les blastomères auront la constitution bioplasmique : *d*, *e*, *e*, *f*, *e*, *f*, *f*, *g*; il y aura toujours un blastomère en tête (ici *d*) et un blastomère en queue (ici *g*), et entre les deux phases extrêmes un nombre de phases intermédiaires d'autant plus grand que le nombre des blastomères est lui-même plus considérable. — Les conséquences du mode de développement monodique dans l'évolution embryonnaire sont exposées (chap. VI); ce développement explique les principaux phénomènes ontogénétiques. Le chapitre VII est consacré à l'examen de l'asynchronisme de segmentation ; les segmentations, en effet, qui nous paraissent synchroniques, ne le sont en réalité pas; la cause de cet asynchronisme réside dans la durée variable de la période assimilatrice pour les diverses cellules successivement formées. Par le développement monodique, et par l'asynchronisme de segmentation qui en est la conséquence, l'agrégat cellulaire acquiert une polarité et une symétrie bilatérale-celle-ci est due à la présence, dans l'agrégat, de cellules homonymes contemporaines. — Les chapitres VIII et IX ont pour objet l'étude des première et deuxième phases de l'ontogenèse. On y voit se produire, selon le mode monodique, une première lignée de cellules; à ce phénomène se borne la potentialité évolutive de l'œuf. Les formes *parenchymula*, *morula* et *blastula* de cette première phase sont expliquées; la formation de la *blastula*, notamment, a pour cause la production, de la part des blastomères, de substances diffusibles et s'accumulant à l'intérieur de l'agrégat cellulaire. La deuxième phase de l'ontogenèse à son tour est la conséquence de la phase précédente ; la production des cellules de la deuxième lignée reconnaît pour cause la probiose (vie antérieure) des cellules de la première lignée ; celles-ci, en effet, par leurs produits de sécrétion ont préparé le milieu interne qui servira de nourriture aux blastomères arrivés à la phase limite de l'évolution de l'œuf et les orientera dans une nouvelle voie évolutive caractéristique de la deuxième phase ontogénétique. La production des cellules de la deuxième lignée s'accompagne d'une différenciation histologique, c'est-à-dire de la distinction d'espèces cellulaires, et d'une différenciation morphologique, consistant essentiellement dans le phénomène de la gastrulation. — L'étude de la localisation des différenciations histologiques et morphologiques est le sujet du chapitre X, où la symétrie rayonnée (chap. X) et la symétrie bilatérale (chap. XI) apparaissent comme deux conséquences naturelles des deux sortes possibles d'asynchronisme de segmentation (asynchronisme ralenti et accéléré). — Les phases ultérieures de l'ontogenèse sont étudiées dans le chapitre XII. Par le développement monodique et par la probiose, chaque lignée cellulaire nouvelle a son origine dans une cellule d'une lignée précédente et dans la nature des substances chimiques constituant le milieu interne. — Comme dans la première partie de cet ouvrage, les problèmes de l'ontogenèse sont énoncés et solutionnés dans un chapitre spécial, par exemple les problèmes suivants : 1° Déterminer les résultats du développement de portions d'œufs excisées avant la segmentation ; 2° déterminer les résultats du développement des deux premiers blastomères isolés; et ainsi de suite. On trouve dans ce chapitre les résultats rationnels et théoriques du développement de l'œuf, de portions de l'œuf, des blastomères isolés ou soumis à d'autres conditions spéciales. L'auteur demande que, pour juger de la valeur de son interprétation, on fasse la comparaison entre ces résultats théoriques et les résultats des expériences. — Dans le chapitre XIV, il examine des modes de développement particuliers résultant d'une combinaison entre les développements polyodique et monodique. — Le chapitre XV traite de la régénération, et il y est montré comment ce phénomène découle du mode de développement monodique.

[1] Voir l'analyse de cette première partie dans la *Revue* du 15 mars 1901, p. 238.

— Le chapitre XVI est consacré à quelques considérations sur l'ontogenèse des végétaux.

L'auteur prie les biologistes de ne pas oublier le but qu'on doit se proposer dans des travaux scientifiques tels que le sien. L'ontogenèse des organismes ne constitue pas un problème unique, mais autant de problèmes qu'il y a d'espèces et même d'individus. Il s'est agi pour lui, non pas de donner les solutions de ces multiples problèmes, mais de rechercher le principe fondamental qui régit le phénomène ontogénétique. De même, la détermination pratique du parcours d'une rivière exigerait la connaissance d'un grand nombre de facteurs : vitesse du courant, densité de l'eau, inclinaison et constitution géologique du lit et des bords, résistance des matériaux qui les constituent, etc. Au point de vue théorique, la solution du problème dépend de la connaissance d'un seul principe, celui de la gravité, qui régit la chute des corps. Il en est de même de l'ontogenèse, où le développement monodique est le principe fondamental cherché.

Quelques critiques de détail n'affaibliront pas l'estime qu'on doit avoir pour un ouvrage aussi fortement pensé que celui-ci. L'auteur confond (p. 29) les termes de « sécrétion » et d'activité « glandulaire ». Il semble y avoir contradiction entre les passages des pages 31 et 36, où il est dit successivement : « toute cellule, par le fait même qu'elle a une constitution chimique définie, possède une différenciation histologique », et : « une différence dans la constitution bioplasmatique de ces cellules est parfaitement conciliable avec l'égalité de leur différenciation histologique ». On ne comprend pas (p. 44) pourquoi le deutoplasma est opposé aux matières vivantes, puisqu'il n'y a pas, d'après l'auteur, de différence essentielle entre les matières brutes et les matières vivantes.

Quant à la critique générale de la deuxième partie de cet ouvrage, elle ne diffère pas de celle que j'ai dû adresser à la première. Nous avons là une conception très remarquable de l'ontogenèse et de ses problèmes, peut-être plus honorable pour l'auteur que profitable pour la science. Quel est le savant, en effet, qui, voulant publier un traité didactique de Biologie générale ou d'Embryologie, pourrait se contenter d'exposer, sous couleur de résultats scientifiques, les déductions de l'ouvrage de M. Giglio-Tos, et qui oserait faire, comme lui, complète abstraction des données positives de l'observation et de l'expérience? On doit se servir des faits scientifiques acquis et s'interdire de donner comme tels ceux qui ne le sont pas encore. La documentation n'est pas seulement utile, elle est obligatoire; dire, par exemple (p. 35), que la substance contractile ne manifeste pas de différences dans ses fonctions chez le même individu à des phases diverses de son existence, c'est, de la part de l'auteur, méconnaître de nombreuses recherches, celles entre autres de Fano et Bottazzi, ses compatriotes. En parlant de la différenciation histologique (p. 29), on n'a pas le droit de faire abstraction des propriétés des substances qui la constituent, sans quoi cette différenciation devient insaisissable autrement que par la raison pure. Les blastomères en tête ou en queue (p. 66), l'asynchronisme de segmentation (p. 79), le liquide qui ne diffuse pas à l'extérieur de la blastule (p. 142), sont d'heureuses trouvailles de l'esprit, mais non encore de l'expérience ; rien de tout cela ne se voit jusqu'à présent.

La valeur de cet ouvrage commande le respect, par la conviction, maintes fois exprimée par l'auteur, que les choses ne peuvent se passer que comme il le suppose et veut le prouver. En l'absence de données positives expérimentales, personne cependant ne se sentira obligé de partager cette conviction. Mais tout le monde lira avec le plus grand plaisir, avec le plus grand profit pour l'esprit, cet intéressant ouvrage, qui honore à la fois son auteur et la langue française.

A. Prenant.

Professeur à la Faculté de Médecine de l'Université de Nancy.

4° Sciences médicales

Reclus (Pr Paul), *Membre de l'Académie de Médecine, Professeur à la Faculté de Médecine.* — **L'Anesthésie localisée par la cocaïne.** — 1 *vol. in*-12 *avec figures. Masson et Cie, éditeurs, Paris*, 1903.

M. P. Reclus vient d'élever un nouveau monument à la cocaïne. On retrouve dans cette œuvre les qualités habituelles du maître : la clarté, l'élégance de la forme, la perfection du détail; il nous faut en examiner la substance et en apprécier la portée.

Seize ans de pratique de la cocaïne, plus de 7.000 opérations faites avec l'aide de cet analgésique, ont permis à l'auteur d'établir une technique précise, — encore que délicate, — dont l'observation stricte met le patient à l'abri de tout danger et assure l'anesthésie locale la plus complète. Cette technique peut se résumer en trois préceptes : malade dans le décubitus horizontal ; titre de la solution invariablement au centième ; injection *traçante*, continue, analgésiant successivement chaque plan anatomique. Afin de faciliter le manuel opératoire, M. Reclus passe en revue chacune des interventions qu'il considère comme susceptibles d'être entreprises sous l'anesthésie locale, et il suffit de jeter un coup d'œil sur les figures très nettes qui accompagnent le texte pour savoir comment, dans chaque cas, l'on doit tracer l'injection. A côté de cette méthode purement locale, l'auteur a indiqué — et c'est là un des points les plus intéressants de son livre — un procédé d'analgésie régionale qui mérite plus qu'une simple mention. Quand on veut, par exemple, inciser un panaris, il suffit de faire à la base du doigt une injection circulaire, en bague, pour supprimer toute douleur.

En somme, nous devons regarder aujourd'hui comme définitivement acquises l'innocuité et la sûreté de l'anesthésie localisée par la cocaïne, obtenue selon la technique du chirurgien de Laënnec. A l'actif de la méthode, nous devons encore porter l'ingénieux procédé d'analgésie régionale (doigts, orteils). Et ces résultats sont de nature à justifier la persévérance de M. Reclus. Mais là où nous ne pouvons le suivre, c'est lorsque, d'une méthode dont les applications sont restreintes aux opérations de petite chirurgie ou à quelques interventions d'urgence et de courte durée (hernie étranglée, anus contre nature, gastrostomie) chez des sujets affaiblis, il a voulu faire une méthode générale, capable de répondre à presque toutes les indications de la grande chirurgie. M. Reclus ne doit donc pas s'étonner d'être encore seul, ou à peu près, à faire à la cocaïne l'extirpation d'un kyste de l'ovaire, la résection d'un appendice à froid ou la trépanation de la mastoïde, même dans le petit nombre de ces cas d'élection, décrits soigneusement dans son livre, et où la simplicité de l'acte opératoire semble réaliser l'indication *optima* de l'anesthésie localisée. Il suffit d'avoir assisté à l'une de ces grosses interventions à la cocaïne — souvent du reste terminée au chloroforme de l'aveu même de l'auteur — pour se rendre compte de l'insuffisance de cette méthode d'anesthésie, pour peu que l'opération se prolonge ou qu'il survienne quelque complication. Pour éviter le danger, presque toujours évitable, de l'anesthésie générale, on tombe dans un pire, celui de l'infection ou de l'hémorragie. C'est là, on en conviendra, une perspective peu faite pour entraîner l'adhésion des chirurgiens.

Est-ce à dire que M. P. Reclus n'ait pas rendu à la pratique chirurgicale, et surtout à celle du médecin de campagne auquel il s'adresse particulièrement, un service signalé en préconisant avec persévérance l'analgésie cocaïnique et en la rendant inoffensive par une technique minutieusement étudiée ? Nous ne le pensons pas et, avec l'auteur lui-même, nous conclurons bien volontiers que le procédé, « n'eût-il à son actif que l'aisance qu'il nous donne dans le traitement du panaris, aurait encore droit à notre reconnaissance ».

Dr Gabriel Maurange.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 9 Mai 1904.

M. le Président annonce à l'Académie la mort de M. **E. Duclaux**, membre de la Section d'Economie rurale. — M. **Ch. Barrois** est élu membre de la Section de Minéralogie, en remplacement de Fouqué.

1° Sciences mathématiques. — M. **L. Autonne** présente ses recherches sur le connexe linéaire dans l'espace à n-1 dimensions. — M. **J. Boussinesq** étudie le pouvoir refroidissant d'un courant fluide faiblement conducteur sur un cylindre indéfini de section droite quelconque et dont l'axe est normal au courant. Il est proportionnnel aux racines carrées de la conductibilité intérieure K du courant, de sa capacité calorifique C, de sa vitesse V, et aux excès θ_0 de température du cylindre, ainsi qu'à la racine carrée de l'espacement β_1-β_0, loin du cylindre, des deux surfaces extrêmes d'égal potentiel V_β entre lesquelles le cylindre se trouve compris. — MM. **Rambaud** et **Sy** présentent leurs observations de la comète Brooks (1904 *a*), faites à l'Observatoire d'Alger.

2° Sciences physiques. — M. **A. d'Arsonval** montre qu'on peut maintenir un tube à rayons X dans le même état de fonctionnement pendant très longtemps. Pour cela, le degré de vide étant le même, il faut que l'intensité du courant qui y circule reste constante, ce qu'on peut vérifier au moyen d'un milliampèremètre spécial construit par M. Gaiffe. — MM. **P. Curie** et **A. Laborde** ont déterminé la radio-activité des gaz qui se dégagent d'un certain nombre de sources thermales. Elle est assez faible; la loi de décroissance est celle de l'émanation du radium. — M. **D. Berthelot** a ramené à l'échelle absolue les nombres récemment trouvés pour le point de fusion de l'or, et il obtient les valeurs suivantes : D. Berthelot 1.065°,6; Holborn et Day 1.064°,3; Jacquerod et Perrot 1.067°,4, valeurs qui sont bien concordantes. — M. **M. Hamy**, à propos de la raie 508 du cadmium, qui change de constitution suivant le milieu où elle prend naissance, montre que la longueur d'onde moyenne d'une raie complexe n'est définie qu'à la condition de se placer dans des conditions physiques toujours identiques. — M. **Th. Tommasina** a reconnu l'existence d'une radio-activité induite sur tous les corps par l'émanation des fils métalliques incandescents; il a observé trois émissions typiques, α, β et γ, de cette pyroradioactivité. — M. **J. Becquerel** a constaté que diverses sources de rayons N (sulfure de calcium, sable insolé) ont leur émission suspendue par l'action des anesthésiques (choloroforme, éther, protoxyde d'azote). — M. **André Broca** précise quelques points de technique pour l'examen des organes au moyen des rayons N, en particulier l'examen du cerveau. — M. **A. Charpentier** poursuit l'étude de la propagation des oscillations nerveuses au moyen des rayons N. Ces oscillations sont longitudinales et donnent lieu à des phénomènes d'interférence. — M. **M. Berthelot** présente quelques remarques sur l'emploi du courant alternatif en Chimie et sur l'analogie des réactions qu'il détermine avec d'autres réactions accomplies avec le concours de l'oxygène libre. — M. **A. Baudouin** a étudié l'action des ions polyvalents dans l'osmose dans l'alcool méthylique : un ion positif a peu ou pas d'action sur la charge d'une paroi chargée positivement, diminue et dans certains cas renverse la charge d'une paroi chargée négativement; un ion négatif a une influence inverse. — MM. **G. Urbain** et **H. Lacombe** ont isolé l'oxyde de samarium à l'état rigoureusement pur et déterminé le poids atomique du métal. La moyenne des valeurs obtenues est 150,34 pour O = 16. — M. **E. Vigouroux** rappelle qu'en 1901 il a déjà signalé le fait de la combustion du silicium dans l'hydrogène avec production d'hydrogène silicié. — M. **A. Dufour** montre que, dans les tubes de Geissler à hydrogène silicié, le déplacement du Si s'explique par la formation d'hydrogène silicié dans les parties chaudes du tube et sa décomposition dans l'espace obscur de Faraday; la volatilisation de Si n'y est qu'apparente. — M. **H. Pécheux**, en plongeant dans l'eau distillée froide une baguette d'alliage Sn-Al coulé, dont on vient de limer la surface, a observé un abondant dégagement de gaz tonnant. — MM. **A. Kling** et M. **Viard** indiquent une méthode de différenciation des alcools primaires, secondaires et tertiaires de la série grasse, basée sur le fait que les derniers sont décomposés en 2 mol. à 218°, les seconds à 360°, les premiers résistant à ces températures. — M. **A. Haller** prépare les dérivés alcoylés ou alcoylidéniques des cétones cycliques par l'action de l'amidure de Na sur les cétones, qui donne le dérivé sodé, puis par action des iodures alcooliques ou des aldéhydes sur ce dernier. Il a obtenu ainsi toute la série des alcoylmenthones. — M. **E. Bœdtker**, en réduisant le nitrobenzène par Sn + HCl pour préparer de l'aniline, a observé la formation de *p*-chloraniline, F. 70°,5. — M. M. **Nicloux** a constaté que la substance active douée de propriétés lipolytiques contenue dans la semence du ricin est le cytoplasma à l'exclusion de tous les autres éléments de la graine.

3° Sciences naturelles. — M. **F. Marceau** a étudié la structure du cœur chez le Poulpe. Les fibrilles striées constituant l'écorce des fibres sont un peu plus grosses que chez les Vertébrés et ont une affinité générale plus grande pour la laque ferrique. — M. **P. Becquerel** a observé que le tégument de la graine humide permettant l'osmose est perméable à l'alcool absolu, tandis que, désséché à un certain degré, les phénomènes d'osmose ne pouvant plus se produire, il est complètement imperméable à ce liquide anhydre.

Séance du 16 Mai 1904.

M. le Président annonce à l'Académie le décès de MM. **J. Sarrau**, membre de la Section de Mécanique, **E. Marey**, membre de la Section de Médecine et de Chirurgie, et **Williamson**, correspondant pour la Section de Chimie. — L'Académie présente, à M. le Ministre de l'Instruction publique, la liste suivante de candidats pour une place d'Astronome titulaire vacante à l'Observatoire : 1° M. **M. Hamy**; 2° M. **Renan**.

1° Sciences mathématiques. — M. **J. Boussinesq** étudie le pouvoir refroidissant d'un courant fluide, faiblement conducteur, sur un corps limité en tous sens. Il est proportionnel aux racines carrées de la conductibilité K du courant, de sa chaleur spécifique C par unité de volume, de sa vitesse V, et proportionnel aussi à l'excès θ_0 de température du corps, en même temps qu'à la racine carrée d'une intégrale β'_1, laquelle, pour tous les corps de même forme, orientés de même dans le courant, est en raison directe de leur volume. — M. **P. Duhem** démontre que les petites oscillations de l'action extérieure et de la température n'ont aucune influence appréciable sur les transformations d'un système lorsque le coefficient de viscosité de ce système est grand par rapport aux amplitudes de ces oscillations. — M. **Ch. Renard** décrit un nouvel appareil, qu'il nomme *balance dynamométrique* et qui permet de mesurer la valeur du moment résistant d'un appareil tournant dans l'air autour d'un axe de symétrie et la poussée du système.

2° Sciences physiques. — M. **Jean Becquerel** montre

que le changement de netteté et de luminosité des surfaces faiblement éclairées soumises à l'action des rayons N est attribuable en majeure partie à une variation de sensibilité de la vision provenant des rayons N envoyés par ces surfaces, et non à une variation appréciable de la lumière émise. — M. **H. Pellat** donne une explication des différences de coloration que présente un même tube à gaz raréfié. — M. **B. Eginitis** a observé au microscope l'aspect des pôles métalliques quand des étincelles jaillissent entre eux. Les bouts sont ornés de points brillants, qui paraissent être des centres d'émission de vapeur incandescentes. — M. **P. Vaillant** montre que la densité des solutions salines aqueuses peut être considérée, au moins approximativement, comme une propriété additive des ions. Les anions monovalents ont une densité voisine de 5, les cathions monovalents une densité voisine de 2. — M. **Ph.-A. Guye** tire de l'équation de van der Waals l'équation suivante qui s'applique aux gaz permanents : $V_m (1 + a)(1 - b) = R + m T_c$, où V_m est le volume d'une mol.-gr. à 0° et sous 1 atm., a et b les deux constantes de l'équation des fluides, $R = 22.410,4$ et $m = 0,08473$. Les poids atomiques déduits de ces équations sont : $H = 1,00765$; $O = 16$; $Az = 14,004$; $C = 12,003$. — M. **H. Moissan** signale que ses expériences sur la formation de carbure de calcium par électrolyse du chlorure en présence de charbon diffèrent sur plusieurs points de celles de M. Bullier. — M. **C. Marie** a préparé de l'acide hypophosphoreux pur par action de H^2SO^4 sur l'hypophosphite de Ba ou de Na. Il est décomposé à 130°-140° en acide phosphoreux et PH^3; vers 160°-170°, l'acide phosphoreux se décompose à son tour en acide phosphorique et PH^3. — M. **G. Baugé** a préparé un tartrate chromeux $C^4H^4CrO^6$ par action de l'acide tartrique sur l'acétate chromeux à l'ébullition; c'est un sel bleu, anhydre, cristallisé. — M. **Ch. Lauth** a remplacé par divers substituants l'hydrogène d'un groupe AzH^2 dans certaines leucobases du triphénylméthane; il a obtenu des matières colorantes bleues, analogues au bleu patenté et très résistantes aux alcalis. — MM. **L. Bouveault** et **A. Wahl**, en faisant réagir le peroxyde d'azote sur les éthers isonitroso-acétylacétiques, ont obtenu des éthers $\alpha\beta$-dicétoniques, du type $R.CO.CO.CO^2R'$. — M. **P. Lemoult** a constaté que PCl^3, réagissant sur les amines cycliques $RAzH^2$ à l'ébullition, donne, à côté d'un composé orangé, les mêmes produits que donnerait PCl^5, sans dégagement gazeux, mais avec mise en liberté de P blanc. — MM. **A. Seyewetz** et **Gibello** ont préparé divers polymères nouveaux de la formaldéhyde, doués de propriétés caractéristiques. — M. **P. Genvresse** a obtenu des produits de condensation, molécule à molécule, de la formaldéhyde avec le caryophyllène, le clovène et le cadinène. — MM. **Eug. Charabot** et **G. Laloue** ont été conduits à admettre qu'une partie des composés odorants, chez la plante, se transporte de la feuille vers la tige, c'est-à-dire du point où ces composés se forment le plus activement vers un point où leur solubilité devient moindre. — M. **P. Petit** a observé qu'une infusion de malt alcalinisée, puis additionnée de quantités croissantes d'acide lactique, reste d'abord claire, puis devient louche et enfin se coagule complètement. — MM. **P. Miquel** et **H. Mouchet** décrivent un mode d'épuration bactérienne des eaux de source ou de rivière par filtration sur sable fin.

3° Sciences naturelles. — MM. **André Broca** et **A. Zimmern** ont constaté que l'examen de la moelle au moyen des rayons N permet de contrôler sur l'homme vivant l'existence des centres médullaires, et même d'avoir une notion précieuse sur leur degré d'activité. — M. **M. Pacaut** a observé l'existence de noyaux géminés dans les cellules de divers tissus : œsophage, glandes gastriques, rein, poumon, corps thyroïde, etc., chez le cobaye. — M. **G. Bohn** fait connaître les lois de l'action de la lumière sur le développement des Amphibiens, et une nouvelle théorie de la métamorphose (par inanition et non par asphyxie). — M. **R. Anthony** considère les Aethéries comme ayant dérivé, sous l'influence de conditions d'existence spéciales, des *Unionidae*. — M. **P.-A. Dangeard** communique des observations nouvelles sur la non fécondation nucléaire chez les Gymnoascées et les Aspergillacées. — M. **B. Renault** montre que les Cryptogames peuvent avoir eu plusieurs points de contact avec les Phanérogames : les *Colpoxylon* rappelant les Cycadées et les Fougères, les *Arthropitus* faisant songer aux Equisétacées et aux Conifères, enfin les graines de *Gnetopis* à celles des Gnétacées.

Séance du 24 Mai 1904.

1° Sciences mathématiques. — M. **E. Solvay** présente quelques considérations sur l'énergie en jeu dans les actions dites statiques, sa relation avec la quantité de mouvement et sa différenciation du travail. — M. **Ch. Renard** a déterminé, avec sa balance dynamométrique, les résistances directes à l'air de diverses carènes aériennes. La loi du carré de la vitesse s'est remarquablement vérifiée. — M. **Moehlenbruck** présente une sorte de règle à calculer circulaire, destinée à faciliter l'emploi des tours à fileter étrangers en transformant les mesures anglaises en mesures métriques et vice-versa. — M. **Jacob** a étudié la détonation des explosifs sous l'eau. Les phénomènes de propagation du mouvement sont différents suivant que le coefficient de compressibilité est supposé constant ou variable; dans le premier cas, la vitesse de propagation est constante; dans le second, elle augmente avec la pression.

2° Sciences physiques. — M. **E. Bichat** a observé que des tubes scellés contenant différents gaz, placés sur un support isolé et voisin d'un écran au sulfure de calcium phosphorescent, produisent des variations périodiques de l'éclat du sulfure. — M. **G. Moreau** a constaté qu'en chauffant à une température élevée, 1.000° par exemple, une vapeur saline, celle-ci est rendue conductrice et reste conductrice jusqu'à la température ordinaire. — MM. **Guinchant** et **Chrétien** ont étudié par la cryoscopie les dissolutions d'antimoine dans le sulfure d'antimoine. En admettant que le corps dissous est bien l'antimoine, celui-ci serait à l'état monoatomique; mais les chiffres concordent également avec la formation d'un composé Sb^3S^3. — M. **M. Berthelot**, à propos des travaux récents sur les émanations, rappelle ses anciennes recherches sur les limites de sensibilité des odeurs et des émanations. — M. **H. Henriet** a reconnu que la formaldéhyde existe dans l'air atmosphérique normal à raison de 2 à 6 grammes par 100 mètres cubes. — M. **R. Locquin** indique une nouvelle méthode de caractérisation des acides gras; elle consiste à préparer leurs éthers avec l'acétol, et ensuite les dérivés de ces éthers avec la semicarbazide. — MM. **P. Sabatier** et **J.-B. Senderens**, en hydrogénant les méthyl- et éthylanilines par le nickel réduit entre 160° et 180°, ont obtenu les dérivés hexahydrogénés dans le noyau correspondants. Avec les toluidines et les xylidines, la réaction principale s'accompagne de réactions secondaires. — MM. **A. Haller** et **A. Guyot** ont préparé le γ-diphénylanthracène, F.240°, par l'action de l'acide acétique et de Zn ou de HI sur le dihydrure d'anthracène-γ-dihydroxylé-γ-diphénylé. L'action de l'amalgame de Na sur le γ-diphénylanthracène donne son dihydrure, F.218°. — M. **P. Freundler** montre que la présence, dans le second noyau des alcools azoïques, d'un groupement CO^2H ou CH^2OH ortho-substitué facilite la transformation des azoïques-alcools en dérivés indazyliques par réduction. — M. **Léo Vignon**, en copulant le diazobenzène avec le phénol, a obtenu le *p*-oxyazobenzène, puis le phénolbidiazobenzène; le phénoltridiazo n'a pu être obtenu dans aucun cas. — M. **M. Nicloux** montre qu'au point de vue de l'action de la température, de la vitesse de saponification, etc., il y a parallélisme complet entre le cytoplasma de la graine de ricin et les diastases (invertine, émulsine, trypsine, etc.). — MM. **Ed. Urbain** et **L. Saugon** ont constaté que la graine de ricin, à l'état

de repos, saccharifie l'amidon et invertit le saccharose; ces deux propriétés appartiennent au cytoplasma.

3° Sciences naturelles. — MM. **Jean Becquerel** et **André Broca** ont étudié les modifications de la radiation des centres nerveux sous l'action des anesthésiques. Quand on voit apparaître des rayons N sur la moelle, ou qu'on ne peut plus distinguer sur celle-ci ses centres d'activité, l'animal est en danger. — M. **Aug. Charpentier** montre qu'il y a certaines propriétés communes, impliquant quelque analogie de nature, entre les excitants sensoriels et les organes nerveux périphériques ou centraux affectés à leur perception. — MM. **M. Lambert** et **Ed. Meyer** ont observé que les rayons N ont sur l'activité des ferments solubles comme sur la végétation une influence ralentissante, mais extrêmement faible. — M. **A. Moutier** signale diverses observations, montrant que les courants de haute fréquence produisent, dans certains cas, une expulsion rapide des calculs. — Mlle **I. Ioteyko** a déterminé les modifications des constantes ergographiques dans diverses conditions expérimentales (administration d'alcool, de sucre, de caféine, anémie du bras). — M. **F. Bordas** recommande la stérilisation dans le vide à 130° pour détruire les Mucédinées qui développent dans certains lièges les produits qui donnent ensuite au vin le goût de bouchon.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 10 Mai 1904.

M. le Président annonce le décès de M. **E. Duclaux**, associé libre de l'Académie.

M. **Albert Robin** signale divers exemples de l'action exaltée des médicaments à l'état naissant et en préconise l'emploi en thérapeutique.

Séance du 17 Mai 1904.

M. le Président annonce le décès de M. **E. Marey**, membre de l'Académie.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 7 Mai 1904.

M. **A. Billet** a observé la présence, chez le lézard ocellé d'Algérie, d'une hémogrégarine karyolysante nouvelle, qu'il nomme *H. curvirostris*. — M. **G. Delamare** a traité l'hypophyse par le triacide d'Ehrlich; les granulations éosinophiles se colorent en rouge vif ou violacé, les cyanophiles nettement en violet. — M. **J. Rouget** a réussi à infecter la souris et le rat par le trypanosome de la dourine. — MM. **Ch. Achard** et **G. Paisseau** ont constaté la production d'œdème par des injections de liquides hypotoniques et par des solutions d'autres substances que NaCl. — M. **François-Franck** a reconnu à nouveau que le contact de liquides, gaz ou vapeurs irritants avec la muqueuse broncho-pulmonaire provoque une contraction des vaisseaux pulmonaires. Cet effet vaso-moteur résulte d'un réflexe et non d'un effet de contact. — M. **E. Bataillon** montre l'existence d'une courbe de turgescence chez les œufs de *Bufo vulgaris*, qui s'abaisse pendant la maturation de l'œuf. — M. **E. Maurel** a constaté que la quantité d'acide phosphorique nécessaire à l'organisme est de 0 gr. 04 à 0 gr. 05 par kilog de poids; elle est contenue dans les aliments composant habituellement notre alimentation. — M. **J. Lesage** a observé que, chez le chat, la mort dans l'empoisonnement par injection intra-veineuse d'adrénaline est lente; elle a lieu par arrêt de la respiration. — MM. **E. Brumpt** et **R. Wurtz** ont traité par divers médicaments la maladie du sommeil expérimentale chez le singe; l'acide arsénieux seul a une action parasiticide; il est malheureusement très toxique. — M. **E. Brumpt** décrit les filarioses humaines qu'il a observées en Afrique entre Djibouti et l'embouchure du Congo. — MM. **F. Battelli** et **G. Mioni** ont reconnu qu'en injectant dans les vaisseaux du chien des globules sanguins hétérogènes, se laissant hémolyser par le sérum de chien, on observe une hypoleucocytose considérable, suivie d'une forte hyperleucocytose. — M. **G. Mioni**, en injectant rapidement dans les veines d'un chien le sang défibriné ou les globules sanguins d'un animal dont les globules sont hémolysés par le plasma du chien, a constaté que le sang du chien pris dans une artère devient incoagulable pendant quelque temps et que la pression artérielle subit une chute plus ou moins prolongée. — M. **E. Fauré** a étudié la structure du protoplasma chez les Vorticellides; on distingue un cytoplasma et un karyoplasma. — M. **G. Bohn** a étudié l'influence des variations de l'éclairement sur les premiers stades larvaires chez les Amphibiens; elles ont des effets de plus en plus accentués à mesure qu'elles ont lieu plus avant dans le développement de l'embryon. — Le même auteur signale un cas de symbiose déterminant une pœcilogonie. — M. **Chaput** a obtenu de bonnes anesthésies locales et lombaires par l'emploi de la stovaïne à 1/200, dont la toxicité est moindre que celle de la cocaïne. — MM. **J. Camus** et **P. Pagniez** ont observé l'existence d'une diminution de la teneur en hémoglobine de la fibre musculaire cardiaque chez le chien, quelquefois spontanée, mais qu'on peut aussi provoquer. — M. **Ch. Richet** communique de nouvelles expériences sur les effets prophylactiques de la thalassine. D'autre part, il a trouvé que les Actinies et les Crevettes contiennent de la thalassine. — MM. **Moussu** et **A. Charrin** décrivent des altérations osseuses dues à l'ostéomalacie chez le lapin.

M. **H. Vincent** est élu membre de la Société.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE NANCY

Séance du 19 Avril 1904.

M. **Aug. Charpentier** : Ecrans phosphorescents à propriétés spécifiques pour l'exploration des différents organes sur le vivant (voir p. 466). — M. **Dufour** étudie les lentilles cylindriques et toriques au point de vue de la correction de l'astigmatisme. — M. **Th. Guilloz** explique le fait que les astigmates n'acceptent souvent qu'une hypocorrection, au moins au début. — MM. **P. Ferret** et **A. Weber** montrent que la piqûre au niveau du point déclive de l'œuf n'est pas susceptible d'altérer l'évolution de l'embryon. — M. **X. Mathieu** a observé que l'action de la chaleur sur le cœur de grenouille adapte la réactivité des muscles ventriculaire et auriculaire à la plus grande fréquence des oscillations qui leur viennent du sinus veineux. — M. **R. Maire** a constaté la présence indiscutable de gouttelettes graisseuses dans les noyaux des jeunes protobasides du *Coleosporium Campanulæ*. — M. **Th. Guilloz** décrit un procédé de micro-ophtalmoscopie, qui consiste à examiner le fond de l'œil par un procédé analogue à celui de l'image renversée, au moyen d'une lentille convexe de faible puissance.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 6 Mai 1904.

M. **Marage** expose à la Société quelques-unes des expériences qu'il a entreprises pour étudier la physiologie de l'oreille. Le pavillon contribue à indiquer la direction du son. Le conduit auditif augmente l'action des vibrations sur le tympan. Le tympan agit comme une membrane mince et à peine tendue, qui transmet toutes les vibrations sans introduire ni supprimer aucune harmonique. L'étrier se déplace de quantités qui sont au plus de l'ordre du $\frac{1}{1000}$ de millimètre. L'endolymphe et la périlymphe sont formées d'une dissolution, dans un liquide de nature inconnue, de bicarbonate de chaux et traces de bicarbonate de magnésie, avec cristaux en excès de carbonates insolubles : ces cristaux sont les otolithes. Les vibrations sont transmises à travers la périlymphe et l'endolymphe sans subir aucune modification. Quant à l'action de ces vibrations sur le système nerveux lui-même, M. Marage

estime que les différentes théories émises jusqu'ici sont des hypothèses très intéressantes, mais qu'il n'y en a pas une seule qui soit appuyée sur des faits absolument probants. — M. **P. Villard** rappelle que, dans un travail antérieur, il a montré que l'émission cathodique est un phénomène discontinu, de fréquence aisément mesurable, et signalé l'existence de deux modes de décharge électrique dans un gaz raréfié. Il décrit les caractères principaux de ces deux modes de décharge : Une ampoule de Crookes (tube à croix par exemple) est excitée par une bouteille de Leyde; l'émission cathodique ordinaire apparaît dès que le voltage dépasse une certaine valeur V, variable avec l'état de l'ampoule; et l'intensité de l'émission augmente avec le voltage. Si l'on cesse de faire agir la machine alimentant la bouteille, l'émission continue pendant un certain temps, une demi-minute par exemple, puis s'arrête quand le voltage est redescendu à la valeur V, et la bouteille reste chargée. Il s'est ainsi produit dans le diélectrique gazeux une fuite qui se répare d'elle-même et dont le débit est limité par l'ampoule indépendamment des résistances extérieures qui peuvent être négligeables. Si, au moyen de la machine, on augmente la charge de la bouteille en surmontant cette fuite, lorsque le voltage atteint une nouvelle valeur V', supérieure à V, le condensateur se décharge instantanément et complètement dans l'ampoule : cette décharge est accompagnée d'un bruit sec et d'une illumination générale du gaz de l'ampoule. Si le vide est poussé assez loin, on peut cependant constater la présence de rayons cathodiques, en majeure partie très déviables par un champ magnétique. Le caractère principal de ce second mode de décharge est qu'elle équivaut à un court circuit et le débit n'est limité que par les résistances extérieures. Des oscillations électriques se produisent et le voltage du condensateur tombe sensiblement à zéro. Avec une ampoule renfermant un gaz raréfié au minimum de résistance, on peut répéter l'expérience avec une source continue à 500 volts. On observe d'abord une émission cathodique d'intensité modérée (quelques dixièmes d'ampère), capable de rendre le verre fluorescent; puis, si l'on élève un peu le voltage, il se produit une décharge de grande intensité. A la pression ordinaire, le premier mode de décharge n'est autre que l'effluve à bruissement caractéristique qui s'échappe des armatures d'une bouteille de Leyde chargée et abaisse son voltage jusqu'à une valeur limite : le second mode est l'étincelle disruptive qui décharge complètement le condensateur. L'auteur pense que l'existence de ces deux modes de décharge suffit à expliquer les phénomènes nouveaux, récemment décrits par M. Pellat et attribués par cet auteur à une action magnétique spéciale, *la magnétofriction*. M. **H. Pellat** ne croit pas que l'explication que vient de donner M. Villard des phénomènes qu'il a observés puisse convenir. — M. d'Arsonval présente, de la part du Dr **Stéphane Leduc**, de Nantes, une Note sur *la Cristallogénie*. M. Leduc suit le travail de cristallisation en employant des solutions additionnées de colloïdes. Les expériences démontrent que le phénomène de la cristallisation ne consiste pas seulement dans l'arrangement des molécules suivant des formes géométriques, mais encore *dans le mouvement des molécules des corps cristallisables, au sein des liquides de cristallisation, suivant des directions régulières et géométriques*. — MM. **H. Nagaoka** et **K. Honda** ont déterminé l'intensité d'aimantation de huit échantillons d'acier au nickel, de teneurs comprises entre 24 et 70 °/₀ de nickel. La courbe de la susceptibilité en fonction de la teneur part de 0, vers 25 °/₀, et monte rapidement jusqu'à 29 °/₀, où se trouve un maximum relatif, redescend et remonte jusqu'au maximum absolu vers 50 °/₀, pour redescendre ensuite régulièrement jusqu'à la susceptibilité du nickel. Tous les échantillons étudiés s'allongent dans le champ; pour ceux de faible teneur en nickel, l'allongement en fonction du champ est graduel, tandis qu'il est plus rapide et atteint plus vite sa limite pour les échantillons à forte teneur. A partir de 50 °/₀, on constate un maximum peu accusé en fonction du champ. La courbe des allongements en fonction de la teneur pour un champ donné ressemble à la courbe de l'intensité d'aimantation, et présente le même plissement vers 20 °/₀. Les changements de volume sont incomparablement plus grands que dans le fer ou le nickel. Ils sont sensiblement proportionnels au champ, et atteignent 50.10^{-6} du volume, au maximum, c'est-à-dire pour 29 °/₀ de nickel, dans un champ de 1.600 gauss. MM. Nagoaka et Honda insistent sur la coïncidence d'une série de maxima des propriétés des aciers au nickel à la teneur de 29 °/₀, qui semble constituer un point caractéristique de ces alliages.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 13 Mai 1904.

MM. **A. Brochet** et **J. Petit** ont constaté que le platine se dissout d'une façon remarquable dans les cyanures, sous l'action du courant alternatif. Avec le cyanure de potassium à 4 molécules-grammes par litre, la dissolution dépasse 1 1/2 gramme par ampère-heure pour une densité de courant correspondant à 40 ampères par décimètre carré environ. Cette dissolution correspond à une usure de 1/10 de millimètre par heure. On obtient en une seule opération les platinocyanures alcalins et alcalino-terreux, notamment celui de baryum, dont la préparation, très complexe, est longue et onéreuse. Le sel de baryum se présente sous deux variétés, qui diffèrent par leur couleur et par l'intensité de leur fluorescence sous l'influence des rayons X et des corps radio-actifs. — M. **Lespieau** communique le résultat de ses recherches sur le cyanure d'allyle. Il a trouvé que ce corps répond à la formule attendue, sans transposition moléculaire, mais que l'hydratation déplace la liaison éthylénique.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 3 Mars 1904 (suite).

M. **C. Chree** présente ses *recherches sur la nature des relations entre la fréquence des taches solaires et le magnétisme terrestre*. La formule (1) $R = a + bS$, dans laquelle R représente une quantité magnétique telle que l'amplitude de l'oscillation diurne de l'aiguille, a et b des constantes et S la fréquence des taches solaires (d'après Wolf et Wolfer), a été tout d'abord appliquée par Wolf pour la série de la déclinaison moyenne pendant l'année. Le Mémoire de M. Chree s'occupe exclusivement du rapport entre la fréquence des taches solaires et le magnétisme terrestre. Il se base sur des observations faites à Milan (1836-1901), Greenwich (1841-96), Pawlowsk et Katharinenburg (1890-1900), Batavia (1887-98), et Maurice (1875-90). Son but est d'établir en quelle mesure les résultats renfermés dans le précédent Mémoire de l'auteur sont particuliers à la station ou à l'époque indiquée. Il recherche quelles différences peuvent exister entre la connexion des taches solaires dans les jours ordinaires et dans les jours de tranquillité magnétique, et quelles différences apparaissent lorsqu'on applique l'équation (1) à la moyenne des différences entre les lectures quotidiennes les plus élevées et les plus basses, au lieu de l'appliquer à l'étendue de l'inégalité moyenne diurne. Il considère aussi les diverses mesures du caractère troublé de l'année au point de vue magnétique, et leur rapport avec le grand nombre des taches solaires. Il semble y avoir une tendance générale pour b/a à augmenter lorsqu'on passe d'une quantité, telle que l'étendue de l'inégalité diurne, qui est comparativement indépendante des troubles, à une quantité telle que l'intervalle moyen absolu quotidien, qui est fortement dépendante des perturbations. La formule (1) devient cependant de moins en moins strictement applicable plus la quantité magnétique à laquelle elle est appliquée est troublée. Lorsqu'on considère des quantités telles

que la moyenne des douze intervalles mensuels (maximum et minimum pour le mois) ou l'intervalle annuel (maximum et minimum pour l'année), on trouve de grandes différences entre les valeurs observées et les valeurs calculées d'après la formule ci-dessus. Dans le cas d'intervalles entre les inégalités moyennes diurnes pour l'année, l'accord entre les valeurs observées et les valeurs calculées est à peu près aussi bon à Pawlowsk, Katharinenburg, Batavia et Kew. Dans le cas de la déclinaison, la différence moyenne entre les valeurs observées et les valeurs calculées est environ de 4 °/₀ de la valeur moyenne de l'intervalle pendant la période considérée. En résumé, l'accord est moins bon dans le cas de la force verticale que dans le cas de la déclinaison, de l'inclinaison ou de la force horizontale. — M. **A. Fowler** a étudié le *spectre des étoiles antariennes et ses cannelures*, particulièrement le spectre d'*α Hercules* et *o Ceti* où elles sont bien développées. Il arrive à la conclusion que ce spectre est essentiellement un spectre d'absorption, et que la substance principale à laquelle il faut attribuer la production des cannelures est le titane ou un composé de cet élément avec l'oxygène. La table de longueurs d'onde donnée par l'auteur montre que les détails des cannelures du titane se trouvent reproduits avec une remarquable fidélité dans le spectre stellaire, surtout dans celui d'*o Ceti*.

Séance du 10 Mars 1904.

M. **J. Dewar** communique de nouvelles recherches *sur la thermométrie à résistance électrique à la température de l'hydrogène bouillant*. Deux faits semblent résulter de ses expériences : 1° que la résistance d'un métal non allié diminue continuellement avec la température et, dans chaque cas, paraît s'approcher d'une valeur asymptotique définie, au-dessous de laquelle aucun abaissement nouveau de température ne semble la réduire; 2° que la relation parabolique entre la température et la résistance ne se vérifie plus aux températures très basses. Les métaux employés à la construction des thermomètres ont été : le platine, l'or, l'argent, le cuivre, le palladium, le fer, le nickel, et deux alliages : platine-rhodium et maillechort. — M. **R. J. Strutt** a étudié *la radio-activité de certains minéraux et de certaines eaux minerales*. Pour cela, il chauffait la substance dans un tube de verre et recueillait l'émanation dégagée; puis il déterminait la loi de décroissance de cette dernière par son action sur l'électroscope mesurée à des intervalles déterminés. Voici les résultats obtenus :

MINÉRAL	PERTE à l'électroscope due à l'émanation de 100 grammes	TEMPS EN JOURS nécessaire pour que l'émanation se réduise de moitié
Samarskite	103.000	3.48
Fergusonite	61.000	3,80
Pitchblende	29.800	3,50
Malacone	7.200	3,81
Monazite	4.000	3,50
—	45	3,81
—	24	3.80
Zircon	41	4,05

La malacone et la monazite contiennent de l'hélium, mais pratiquement pas de radium. Cet hélium est peut-être le produit de la désagrégation du radium, qui est retenu énergiquement par le minéral. L'auteur a examiné par la même méthode les dépôts d'un certain nombre de sources minérales et les résidus de l'évaporation de l'eau. Voici quelques résultats :

SUBSTANCES	PERTE à l'électroscope due à l'émanation de 100 grammes	TEMPS EN JOURS nécessaire pour que l'émanation se réduise de moitié
Source du roi, à Bath :		
Dépôt à l'intérieur des parois	2.500	3,60
Dépôt du fond	650	—
Résidu salin de l'eau	69	—
Vieille source royale, à Bath :		
Dépôt des conduites	635	—
— du fond	400	—
— des parois	173	3,48
Dépôt de Buxton	1.370	3.81

L'activité de ces eaux minérales semble bien due au radium, dont la présence a, d'ailleurs, été démontrée par voie chimique. — M. **G. J. Burch** : *Quelques emplois des lentilles cylindriques*. Si l'on place, entre un écran et un objet, une lentille cylindrique, si sonaxe est vertical, elle formera une image définie des lignes verticales, si son axe est horizontal, des lignes horizontales. Si donc l'on place à une distance u de l'objet une lentille cylindrique avec son axe vertical, et à une distance u de l'écran une seconde lentille d'égale puissance avec son axe de courbure horizontal, il se formera sur l'écran une image définie agrandie verticalement v/u fois et horizontalement u/v fois ($1/u + 1/v = 1/f$). La méthode peut être employée pour comparer par la photographie des courbes construites à différentes échelles et pour augmenter ou diminuer les ordonnées d'une courbe.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 22 Avril 1904.

Sir **W. de W. Abney** communique ses recherches sur le calcul des couleurs pour les sensitomètres colorés et l'illumination des positifs photographiques à trois couleurs par les couleurs spectrales. — M. **J. D. Everett** étudie l'empilement normal de sphères dans l'espace et ses rapports avec la théorie de l'Univers d'Osborne Reynolds, d'après laquelle l'Univers est composé de grains sphériques égaux empilés à peu près normalement. L'auteur montre que, dans la lutte pour l'existence entre différentes sortes d'empilements également compacts, l'empilement normal présente de grands avantages. — M. **R. T. Glazebrook** rappelle que, lorsqu'un réseau, examiné au microscope, est déplacé dans son propre plan, dans une direction perpendiculaire à celle des traits, les images de diffraction vues dans l'objectif se déplacent, bien qu'elles ne changent pas en réalité. L'explication de ce fait s'obtient par la considération des différences de phases entre les images diffractées. — M. **C. E. S. Phillips** présente une pompe pneumatique automatique.

Séance du 6 Mai 1904.

M. **W. Duddell** présente trois nouveaux instruments thermiques pour la mesure des courants alternatifs. Le premier est un ampère-mètre à bande enroulée d'Ayrton-Perry sensible. Le second est un galvanomètre thermique très sensible, formé par la combinaison d'un radio-micromètre de Boys avec une très faible résistance, qui est chauffée par le courant à mesurer et qui chauffe la thermo-jonction du radio-micromètre par radiation et convection. Le troisième est un instrument analogue pour tableau de commutation. — M. **F. E. Smith** présente et décrit trois appareils du Laboratoire national de Physique : 1° un étalon de résistance à mercure; 2° une boîte de résistance de 10 ohms; 3° un galvanomètre astatique.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 5 Mai 1904.

MM. **W. A. Bone** et **W. E. Stockings** ont étudié la combustion lente de l'éthane dans diverses conditions. Les proportions d'éthane et d'O les plus favorables à la réaction chimique sont équimoléculaires (1 : 1). La combustion a lieu en plusieurs phases définies : 1° oxydation primaire en acétaldéhyde et eau; 2° oxydation rapide de l'acétaldéhyde en formaldéhyde, CO et eau;

3° oxydation finale du formaldéhyde en CO^2,CO et H^2O. Il peut y avoir production secondaire d'H, de méthane ou d'éthylène, sans dépôt de C. — M. **W. Ackroyd** a étudié l'action des rayons γ du bromure de radium sur les halogénures alcalins. LiCl devient blanc, NaCl orange, KCl violet, RbCl bleu-vert et CsCl vert. Les couleurs produites sont stables à l'obscurité et disparaissent plus ou moins vite à la lumière. Quand la phosphorescence induite n'est plus visible, elle peut être ramenée par la chaleur. — M. **Th. M. Lowry** a appliqué sa méthode à la détermination des proportions d'α-glucose et d'α-galactose dans les mélanges d'isomères dynamiques qui se forment quand ces sucres sont dissous dans l'alcool ou dans l'eau. Dans l'alcool méthylique anhydre, il y a à peu près la même proportion des deux isomères; dans le mélange $C^2H^5OH+H^2O$, il existe probablement une forte proportion de la forme aldéhydique hydratée du sucre, qui est un produit intermédiaire du changement isomérique. — MM. **G. Th. Morgan** et **H. Ben Winfield** et Mlle **F. M. G. Micklethwait** ont préparé divers produits de substitution de l'*ar*-tétrahydro-α-naphtylamine, entre autres le dérivé 4-bromé, F. 42°, et l'acide 4-sulfonique. — M. **Cl. Smith** a également préparé divers dérivés du tétrahydro-naphtalène : le dérivé 1-bromé, Eb. 255°-257°; le dérivé 2-bromé, Eb. 238°-239°; la 1-bromo-*ar*-tétrahydro-β-naphtylamine, F. 52° 5; la méthylène-*ar*-tétrahydro-β-naphtylamine, $(C^{11}H^{13}Az)^3$, F. 121°. — M. **J. S. Ford** a trouvé que la loi de proportionnalité de Kjeldahl se vérifie pour la diastase de l'orge et du malt séché à l'air. — MM. **Th. H. Easterfield** et **G. Bagley** ont étudié les acides des résines des Conifères, en particulier l'acide abiétique provenant de la distillation de la colophane. Cet acide, distillé lui-même lentement à basse pression ou chauffé à 200° avec HI, fournit un hydrocarbure $C^{18}H^{28}$, identique au colophène de Deville, mais que les auteurs nomment abiétène; il bout à 340°-345°. Distillé avec du soufre, il donne du rétène et deux autres hydrocarbures. Ces observations montrent que l'huile de résine est un rétène hydrogéné; l'acide abiétique serait l'acide décahydrorétènecarboxylique. — M. **F. E. Francis** et Mlle **M. Taylor** montrent que le produit d'addition de la benzylidène-aniline et du méthylacétoacétate d'éthyle existe sous une seule forme. — MM. **O. Silberrad** et **Th. H. Easterfield**, en faisant réagir les halogènes sur le sodiocarboxyglutarate d'éthyle, n'ont obtenu aucune condensation, mais simplement les dérivés halogénés du carboxyglutarate d'éthyle. — MM. **A. Neville** et **R. H. Pickard** ont préparé un certain nombre de carbimides optiquement actives. — M. **Th.-S. Patterson** a déterminé les variations de rotation des tartrates de méthyle, d'éthyle et de propyle avec la température. La rotation du tartrate de méthyle s'évanouit à 0°, celle du tartrate d'éthyle probablement à — 34° et celle du tartrate de propyle probablement à — 60°. — MM. **J. Drugman** et **W. E. Stockings** ont étudié l'action de H^2S sur les solutions de formaldéhyde et d'acétaldéhyde. Avec le premier, en solution aqueuse, en l'absence d'HCl, il se forme un précipité blanc, F. 98°, de formule $3\,CH^2S.CH^2O$; en présence d'HCl, on obtient le trithioformaldéhyde cristallisé $(CH^2S)^3$, F. 216°. Avec le second, en l'absence d'HCl, on n'obtient aucun composé; en présence d'HCl, il se forme le corps $(CH^3CH)^2SO$, F. 61°, et les α, β et γ-trithioacétaldéhydes $(C^2H^4S)^3$, F. 101°, 125°-126° et 76°. — M. **A. E. Dunstan** présente le résultat de ses recherches sur la viscosité des mélanges liquides. Les solutions aqueuses donnent des résultats anormaux. Partout où il y a affinité chimique entre les deux liquides d'un mélange, les résultats sont aussi anormaux. Les substances contenant un groupe hydroxyle ont, en général, une plus forte viscosité que les substances monomoléculaires. — M. **F. Southerden**, en chauffant 3 cc. d'H^2SO^4 avec 100 cc. d'alcool isopropylique pendant six à douze heures à 150°-160°, a obtenu, à côté du propylène, de l'éther isopropylique, Eb. 68°,5-69°.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION CANADIENNE

Séance du 25 Mars 1904.

M. **G. W. Mc Kee** a étudié la décomposition du benzène aux températures élevées, question d'une grande importance pratique dans la fabrication du gaz de houille et du gaz à l'eau carburé, où cette décomposition peut donner lieu à la formation de substances solides obstruant les appareils. L'auteur a constaté que la décomposition est déjà perceptible vers 550°, pour s'élever considérablement au-dessus de 700°. Il ne faut donc pas dépasser cette température dans l'enrichissement du gaz à l'eau. — M. **A. Mc Gill** poursuit ses recherches sur l'amélioration des eaux d'alimentation des chaudières. Il montre, en particulier, qu'une eau qui doit sa dureté au bicarbonate de chaux seul, peut être adoucie de moitié par une agitation vigoureuse pendant une heure sans addition de réactifs. Le carbonate de Mg et le sulfate de Ca ne peuvent exister simultanément dans les eaux naturelles.

SECTION DU YORKSHIRE

Séance du 22 Février 1904.

M. **W. J. Dibdin** présente l'état actuel de la question du traitement bactérien des eaux d'égouts. Pour obvier aux inconvénients que présentent les filtres à coke, dont la capacité est relativement faible et qui s'encrassent facilement, l'auteur a construit des filtres en tuiles plates superposées, pourvues d'arêtes qui laissent subsister des intervalles entre elles. L'efficacité de ces filtres s'est montrée égale à celle des filtres à coke et la capacité double.

Séance du 21 Mars 1904.

M. **W. Mc D. Mackey** expose les divers procédés et appareils employés pour le lavage des houilles, opération qui a pour but de débarrasser les charbons de la gangue qui y est mêlée en utilisant la différence de densité entre le charbon et la gangue.

Séance du 18 Avril 1904.

M. **S. H. Davies** poursuit ses recherches sur l'efficacité relative des substances isolantes au point de vue thermique par l'étude des meilleurs revêtements pour les tuyaux parcourus par de la vapeur fortement surchauffée, atteignant parfois une température de 250°C. Les meilleurs isolants sont la magnésie, la laine de scorie et la remanite (fils de soie de rebut). Ensuite viennent divers isolants préparés avec du mica. Un troisième groupe, ayant la moitié de l'efficacité du premier, comprend diverses substances préparées avec des fils d'amiante. — MM. **S. H. Davies** et **B. G. Mc Lellan** ont déterminé la quantité de beurre de coco contenue dans la noix de coco; la moyenne générale d'un grand nombre de déterminations est de 54,44 %.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BERLIN

Séance du 14 Avril 1904.

M. **O. Hertwig** discute les relations qui existent entre l'œuf animal et l'embryon qui en prend naissance. Pour réfuter le principe d'après lequel ce seraient les régions germiques qui forment les organes, l'auteur rappelle ses expériences où un œuf de grenouille non fertilisé était exposé à l'action de la force centrifuge, produisant à l'intérieur une transposition des parties de l'œuf légères ou lourdes respectivement (noyau, protoplasma et jaune). Puis la fertilisation étant effectuée, les processus de germination ont commencé, non pas au pôle animal, mais au pôle végétatif exempt de pigments, les deux pôles ayant pour ainsi dire changé de rôle. Dans une seconde série d'expériences, l'auteur

fait voir qu'au moyen d'une opération facile les œufs de grenouille fertilisés peuvent être orientés dans l'espace, de façon à placer parallèlement leur surface de séparation première. — **M. C. Klein** présente ses recherches sur la relation entre les propriétés optiques et la composition chimique de la vésuviane. Il fait voir que les chromocyclites de ce minéral, en étant chauffées, passent à l'état de vésuviane optiquement normale négative, possédant le pourcentage d'eau et de fluorine le plus petit de toutes les variétés connues. Des phénomènes optiques analogues ont été étudiés par l'auteur en 1892, dans le cas des variétés correspondantes de l'apophyllite; il résultait de ces expériences qu'en chauffant l'une quelconque de ces variétés, on la transforme en apophyllite normale positive du type brucitique. — **M. van'tHoff** présente une communication ultérieure sur les conditions de formation des dépôts salins océaniques. Avec la collaboration de **M. Meyerhoffer**, il établit les limites de température auxquelles sont liées toutes les combinaisons minérales possibles entre les chlorures et les sulfates de sodium et de magnésium entre 25° et 83°. — Un Mémoire de **M. C. F. Geiser**, professeur à l'Ecole Polytechnique de Zurich, a pour objet l'engendrement des surfaces minima au moyen d'ensembles de courbes d'une espèce donnée. Le procédé indiqué par l'auteur permet de déterminer toute surface minima, réelle ou imaginaire, renfermant un ensemble de lignes droites ou de cercles. Ce même procédé est appliqué à résoudre le problème de la détermination de toutes les surfaces pour lesquelles l'un des ensembles de lignes de courbure est formé par un ensemble de lignes droites ou bien par un ensemble de cercles. ALFRED GRADENWITZ.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Séance du 15 Avril 1904.

M. E. Goldstein présente ses recherches sur les spectres de luminescence discontinue des corps solides organiques. On sait qu'à l'égal du verre des parois de l'ampoule, de nombreuses matières solides présentent une luminescence sous l'action des rayons cathodiques. Parmi les substances examinées dans cet ordre d'idées par MM. Wiedemann et Schmidt, il convient de noter un certain nombre de corps organiques, qui tous ont donné des spectres continus, alors que M. Crookes a observé des spectres discontinus en exposant à l'action des rayons cathodiques des terres rares et des solutions solides de ces dernières. L'auteur a étudié le groupe des corps dits aromatiques, comprenant, à côté de substances à coloration vive, des composés presque incolores. Il s'est posé la question de savoir si, dans ces corps, le faible pouvoir d'absorption peut être exalté sous l'action des rayons cathodiques jusqu'à donner des couleurs résiduelles. Or, comme l'ont fait voir ses expériences, il en est bien ainsi. La luminescence, souvent très intense, observée quand on expose certaines de ces substances au rayonnement cathodique, a engagé l'auteur à étudier à nouveau la composition spectrale de cette lumière, bien que, dans tous les corps appartenant à la série grasse, on n'ait trouvé que des spectres continus, exempts de toute structure. Le premier corps aromatique ainsi étudié, à savoir la xanthone, présentant une phosphorescence rouge dans le rayonnement cathodique, a en effet montré un spectre discontinu bien marqué, comprenant cinq raies lumineuses étroites et analogues, qui appartiennent respectivement au vert, au bleu verdâtre et au violet (deux). Ce spectre rappelle vivement le spectre des carbures d'hydrogène gazeux dans les tubes de Geissler, bien que la position des maximas soit essentiellement différente dans les deux cas. Des résultats analogues ont été observés dans le cas de nombreux corps appartenant à cette même série aromatique, et voici la relation approximative que vient de trouver M. Goldstein entre le caractère du spectre et la nature chimique des corps : dans les substances à deux anneaux ou plus, la tendance à donner des spectres discontinus semble être bien plus forte que dans les groupes à un anneau seulement.

ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 23 Avril (suite).

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. J. D. van der Waals présente trois communications : 1° au nom de M. **Ph. Kohnstamm** : *L'équation critique de van der Waals.* D'abord l'auteur résume l'histoire remarquable de la question. L'équation :

$$p + \frac{a}{v^2} = \frac{RT}{v}\left(1 + \frac{b}{v}\right)$$

de Tait et H. A. Lorentz, et l'équation :

$$p + \frac{a}{v^2} = \frac{RT}{v - b}$$

de van der Waals. La polémique entre Tait, Lord Rayleigh et M. Korteweg. La discussion entre Boltzmann et van der Waals, où s'est mêlé M. van der Waals fils (Groningue). Les résultats de MM. C. Brinkman et J. J. van Laar. La remarque de MM. Dieterici et Happel, d'après lesquels l'équation :

$$p + \frac{a}{v^2} = \frac{RT}{v}\left(1 + \frac{b}{v} + \alpha\frac{b^2}{v^2} + \dots\right)$$

ne saurait être d'accord avec les données expérimentales. Critique des différentes déductions d'équations analogues. De son côté, l'auteur parvient à l'équation :

$$\left(p + \frac{a}{v^2}\right)\frac{v - 2b + \frac{17}{16}\frac{b^2}{v} - \dots + N_4\frac{b^n}{v^{n-1}}}{1 - \frac{b}{v} + \beta\frac{b^2}{v^2} - \gamma\frac{b^3}{v^3} + \dots + \nu\frac{b^n}{v^n}} = RT,$$

où n est un nombre fini, ou bien à :

$$\left(p + \frac{a}{v^2}\right)\left(v - b\,\frac{\dfrac{\text{surface libre}}{\text{surface totale}}\text{ des sphères de distance}}{\dfrac{\text{surface libre}}{\text{surface totale}}\text{ de percussion.}}\right) = RT.$$

Ce n'est qu'après que deux des trois quantités auront été déterminées sous forme mathématique qu'on pourra arriver à une meilleure correspondance entre l'expérience et la théorie; ces trois quantités sont les deux quotients de surface contenus dans la dernière équation et la notion « volume disponible »; — 2° Encore au nom de **M. Ph. Kohnstamm** : *Les expressions de Clausius et de van der Waals pour le chemin libre moyen et le nombre des percussions.* Les équations originales :

$$l = \frac{v}{\pi n s^2}\cdot\frac{\bar{u}}{\bar{r}}, \quad P = \frac{\pi n s^2}{v}\bar{r}$$

de Clausius ont été corrigées en :

$$l = \frac{v - b}{\pi n s^2}\cdot\frac{\bar{u}}{\bar{r}}, \quad P = \frac{\pi n s^2}{v - b}\bar{r}$$

par M. van der Waals; de plus, Clausius trouva plus tard, et avec lui Jäger et Boltzmann :

$$l = \frac{v}{\pi n s^2}\frac{\bar{u}}{\bar{r}}\,\frac{1 - 2\frac{b}{v}}{1 - \frac{11}{8}\frac{b}{v}}, \quad P = \frac{\pi n s^2}{v}\bar{r}\,\frac{1 - \frac{11}{8}\frac{b}{v}}{1 - 2\frac{b}{v}}.$$

D'après l'auteur, la correction de M. van der Waals est fautive: d'un autre côté, le rapport de

$$1 - 2\frac{b}{v} \quad \text{à} \quad 1 - \frac{11}{8}\frac{b}{v},$$

figurant dans les équations nouvelles de Claudius, n'est qu'une première approximation pour l'expression plus générale

$$\frac{\text{volume disponible}}{\frac{\text{surface libre}}{\text{surface totale}}\text{ des sphères de distance}}.$$

Ainsi il trouve pour ce quotient :

$$\frac{1 - \frac{11}{8}\frac{b}{v} + B\frac{b^2}{v^2} + \ldots + N\frac{b^n}{v^n}}{1 - 2\frac{b}{v} + \frac{17}{16}\frac{b^2}{v^2} + C_1\frac{b^3}{v^3} + \ldots + N_1\frac{b^n}{v^n}},$$

où n est un nombre fini; — 3° au nom de Mlle **J. Reudler** : *Quelques remarques sur la loi de distillation de Sydney Young.* D'après l'auteur, qui a examiné quelques-uns des cas choisis par M. Young et confirmé le résultat de ce savant, la loi se base tout simplement sur la décomposition du mélange dans ses composantes. — M. **C. A. Lobry de Bruyn**, en son nom et au nom de M. **R. P. Van Calcar** : *Variations de concentration et cristallisation de solutions par l'intermédiaire de la force centrifuge.* Dans une communication précédente (*Rev. génér. des Sc.*, t. XV, p. 424), MM. Lobry de Bruyn et Wolff ont démontré la continuité de l'état de suspension des solutions colloïdales et des vraies solutions. Les expériences nouvelles de MM. Lobry de Bruyn et Van Calcar en donnent une nouvelle démonstration. En effet, à l'aide de la force centrifuge les auteurs ont réussi à y engendrer des variations de concentration et à faire cristalliser des solutions saturées. — Ensuite M. Lobry de Bruyn présente au nom de M. **C. L. Jungius** : *Considérations théoriques relatives à des réactions-limites se présentant en deux ou plusieurs phases consécutives.* Dans la détermination des vitesses de réaction, on a remarqué souvent que l'ordre d'une transformation ne correspond pas au nombre des molécules qui y prennent part, d'après la formule. Ainsi la décomposition de AsH_3 est monomoléculaire, tandis que la formule $4AsH_3 = As_4 + 6H_2$ fait attendre une réaction du quatrième ordre. Les idées de MM. Van't Hoff et Ostwald. L'auteur se propose de démontrer la possibilité théorique d'une réaction, en apparence directe, mais composée au contraire de plusieurs décompositions successives et menant à une position d'équilibre entre le système initial et le système final, de manière qu'elle est reversible tout de même. En effet, les recherches de MM. Smits et Wolff sur la vitesse de réaction de CO (*Rev. génér. des Sc.*, t. XIV, p. 840) en ont fait connaître un exemple. — M. **J. M. Van Bemmelen** présente au nom de M. **H. P. Barendregt** : *L'action des enzymes.* Communication provisoire sur

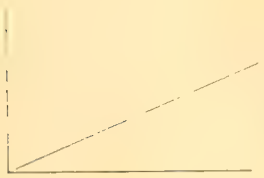


Fig. 1.

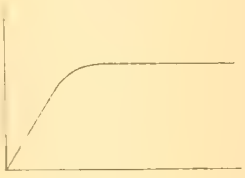


Fig. 2.

une étude de l'auteur pendant les deux dernières années. L'auteur s'est proposé d'examiner à quel degré une recherche expérimentale portant sur les actions des enzymes les plus simples confirmerait l'hypothèse que les enzymes exercent leur force catalytique à l'aide de radiation. Le point de départ de cette hypothèse réside dans la propriété caractéristique de l'action des enzymes qui les distingue très nettement de l'action des acides. Une représentation graphique de l'action d'une même quantité d'acide (fig. 1) ou d'enzyme (fig. 2), pendant le même temps, sur des solutions de sucre de canne de concentration différente accuse très clairement cette différence. Dans le cas de l'acide, la ligne est droite; donc la quantité de sucre de canne interverti est proportionnelle à la concentration initiale. Dans le cas d'un enzyme, la ligne commence presque tout de suite à s'incliner de plus en plus vers l'axe des x. Cela s'explique par la théorie de la radiation. On peut comparer une particule d'enzyme dans des solutions concentrées de sucre à une source de lumière dans le brouillard de densité variable. Plus le brouillard est dense, plus petite est la sphère éclairée.

3e Sciences naturelles. — M. **A. A. W. Hubrecht** ; *La corrélation génétique entre les différentes tiges des Invertébrés.* Dans un Mémoire volumineux, paru dans le tome XXXVIII du *Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft* (Journal d'Histoire naturelle de Iéna), en 1903, M. A. Lang de Zurich a fait connaître son opinion sur la « phylogenèse des Annélides ». D'après M. Hubrecht, les Cténophores ne se trouvent pas au commencement de la série comme le croit M. Lang et ne forment pas non plus les chaînons intermédiaires entre les Cœlentérés et les Vers; il faut plutôt considérer ces animaux comme les derniers termes d'une série de développement qui mène des Annélides aux Hirudinées et aux Plathelminthes. — M. **M. Weber** fait connaître les résultats scientifiques de l'Expédition Siboga, surtout évidents dans l'accroissement inattendu du nombre des espèces nouvelles; de la collection de 109 espèces d'Ascidies holosomes sont nouvelles 61 espèces, de 184 Holothuries 78, de 151 Holothuries de la mer profonde 112, de 75 corails de la mer profonde 38, de 50 Sipunculides 29, de 119 Echinides 31. A l'aide de cet accroissement, on obtient pour la première fois une idée assez générale de la faune marine de l'Archipel des Indes Orientales, qui a beaucoup de valeur parce qu'on a fait attention à la distribution verticale, à la nature du sol et à plusieurs autres facteurs océaniques faisant partie des conditions d'existence de ces organismes. — Ensuite M. **Weber** présente : *Die Säugetiere. Einführung in die Anatomie und Systematik der recenten und fossilen Mammalia* (Les Mammifères. Introduction à l'anatomie et à la systématique des Mammifères récents et fossiles). — M. **L. Bolk** : *La distribution des types de blonds et de bruns dans les Pays-Bas.* Recherche systématique d'anthropologie physique. Les données statistiques qui en forment la base ont été obtenues par un examen minutieux des écoliers de toutes les écoles primaires publiques et particulières. Tous les instituteurs ont reçu des cartes postales contenant un certain nombre de questions se rapportant à la couleur des cheveux et des yeux; les données sur les enfants israélites ont été séparées des autres. Ainsi l'examen a porté sur 447.200 enfants. Le résultat principal est que le pourcentage des bruns augmente de 10 à 40 % quand on traverse le pays du nord au sud. L'auteur en indique la cause probable, et pour cela il remonte à César même. Son travail est illustré par une carte faisant ressortir graphiquement les résultats. — M. J. M. van Bemmelen communique, au nom de M. **J. Lorié**, qu'un percement à une profondeur de 50 mètres à Leiduin (près de Haarlem) a fait trouver une couche de véritable argile à cailloux d'une épaisseur de quatre décimètres, ce qui semble prouver que la glace de terre scandinavienne a atteint ce point dans la période diluvienne. Ce point est le point le plus sud-ouest trouvé jusqu'à présent.

P. H. Schoute.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

15e ANNÉE N° 12 30 JUIN 1904

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Mathématiques

Le genre des fonctions entières. — Nous avons précédemment annoncé comment, dans le seul cas resté douteux, celui de l'ordre entier, la question du genre de la somme de deux fonctions entières avait été résolue par MM. Lindelöf et Boutroux dans un sens opposé à celui que faisait prévoir l'étude du cas général; la conclusion obtenue était que le théorème de la conservation du genre cesse, dans certains cas, de s'appliquer.

Les résultats de MM. Lindelöf et Boutroux ne permettaient pas de répondre à une question toute semblable à la précédente et posée, comme elle, par M. H. Poincaré dans son Mémoire de 1883, celle du genre de la dérivée d'une fonction entière. Cette dernière vient, à son tour, d'être élucidée, également dans le sens négatif, par un travail de M. Wiman sur *le cas d'exception des fonctions entières* (*Arkiv für Matematik, Astronomi och Fysik*, t. I, p. 327-345, Stockholm, 1904).

Des raisonnements de M. Wiman ressort, en effet, l'existence de fonctions entières dont les genres diffèrent d'une unité, bien qu'elles-mêmes ne diffèrent que par une constante et aient, par conséquent, même dérivée. D'après l'auteur, la dérivation, lorsqu'elle change le genre, a généralement pour effet de le diminuer d'une unité.

La méthode de M. Wiman repose sur un fait très remarquable en lui-même : Lorsqu'une fonction entière est « exceptionnelle », c'est-à-dire que son ordre de grandeur n'est pas lié à la distribution de ses zéros par la loi qui convient au cas de l'ordre non entier, cet ordre de grandeur résulte d'un seul facteur exponentiel, de sorte qu'on peut trouver très simplement des valeurs approximatives du maximum et du minimum de la fonction sur un cercle quelconque, et même délimiter les régions du cercle où ce maximum et ce minimum sont atteints.

§ 2. — Astronomie

L'Heure française et l'Heure mondiale. — *L'heure légale en France et en Algérie est l'heure temps moyen de Paris* (Loi du 15 mars 1891).

Qu'est-ce qu'une « heure temps moyen »? C'est l'heure marquée par une pendule marchant d'un pas égal pendant toute l'année, tandis que le Soleil met tantôt un peu plus, tantôt un peu moins de vingt-quatre heures à revenir au méridien. L'écart entre le temps moyen et le temps solaire ne dépasse jamais seize minutes. Cependant, que de préjugés n'a-t-il pas fallu vaincre avant de renoncer à la lutte entre la pendule et le Soleil. C'est la ville de Genève qui, la première, adopta le temps moyen en 1780; Londres a suivi en 1792, Berlin en 1810, Paris en 1816. Et encore, à cette époque, le préfet de la Seine — on croit rêver! — redoutait à ce point un mouvement insurrectionnel dans la population ouvrière, qu'il ne signa l'ordonnance qu'après avoir été rassuré par le Bureau des Longitudes.

Le but de la loi précitée de 1891 était de faire disparaître la multitude des heures *locales*, que les chemins de fer et le télégraphe avaient rendues insupportables. A la ville de Nice, elle imposait un retard de vingt minutes sur son heure locale, à la ville de Brest une avance de vingt-sept minutes; mais la pratique a démontré qu'il n'en résultait aucun inconvénient sensible pour la vie civile. L'Etranger avait, d'ailleurs, en grande partie, devancé la France dans cette unification intérieure ou nationale de l'heure : l'Angleterre en 1848, la Suède en 1879.

Peu à peu, il en résulta une gêne nouvelle et sensible dans les relations internationales. Entre Paris et Constantinople, par exemple, le voyageur en chemin de fer ne rencontrait pas moins de onze heures différentes.

Mais c'est dans l'Amérique du Nord que la confusion atteignit sa plus grande intensité, et, comme il arrive fréquemment, c'est l'excès du mal qui y fit chercher et trouver le remède. Les Américains en étaient arrivés à avoir sur leurs chemins de fer soixante-quatorze heures régulatrices différentes, capricieusement enchevêtrées les unes dans les autres. Aussi, les directeurs des chemins de fer finirent par convenir qu'à dater du 18 novembre 1883, il ne serait plus fait usage que d'heures normales différant entre elles de soixante minutes exactement. Cela réduisait le nombre de leurs heures régulatrices de soixante-quatorze à cinq, ces

dernières correspondant, d'ailleurs, aux longitudes de 60, 75, 90, 105 et 120 degrés.

Etendu au monde entier, ce système conduisit à diviser le globe en vingt-quatre fuseaux de 15° de largeur, ayant chacun son heure normale différant d'une heure juste des heures des fuseaux contigus. Pour la délimitation des fuseaux entre eux, il va sans dire qu'au lieu de suivre servilement les méridiens, on suit de préférence les limites politiques.

Ce système de vingt-quatre fuseaux horaires est un ingénieux compromis, une transaction heureuse entre l'heure universelle unique, rêvée par quelques savants, et la multiplicité infinie des heures locales. Aussi fut-il accueilli dans le monde entier avec une faveur extraordinaire. Le Japon, toujours à l'affût du progrès, se l'appropria dès 1886.

L'Europe se trouve partagée en trois fuseaux : occidental, central et oriental.

Par suite de circonstances dans lesquelles il est inutile d'entrer ici, la nouvelle heure *mondiale* régna, dès 1891, dans le fuseau de l'Europe *orientale*.

Quant à l'Europe *centrale*, la Suède-Norvège avait, par suite d'une inspiration quasi-surnaturelle, adopté la nouvelle heure dès 1879. L'Autriche-Hongrie suivit en 1891, l'Allemagne et l'Italie en 1893, le Danemark et la Suisse en 1894.

De leur côté, la Hollande et la Belgique s'étaient, dès 1892, approprié l'heure de l'Europe *occidentale*, qui n'est autre que l'antique heure anglaise.

Dès lors, le triomphe final et complet du système des vingt-quatre fuseaux horaires ne pouvait plus faire de doute. Aussi, M. Boudenoot, alors député du Pas-de-Calais, considérant que déjà, sur toute la frontière du Nord et de l'Est, la France était cernée par les heures mondiales, déposa-t-il une proposition de loi ainsi conçue :

« *L'heure légale en France et en Algérie est l'heure temps moyen de Paris retardée de 9 minutes 21 secondes.* »

Cette proposition fut votée par la Chambre le 24 février 1898 et renvoyée au Sénat, qui nomma aussitôt une Commission, présidée par M. de Freycinet. Cinq années se sont écoulées depuis sans que cette Commission donnât signe de vie.

On avait cru que l'Espagne, pour prendre son parti dans la question, attendrait la résolution de la France. Mais, évidemment, elle perdit patience, car, depuis le 1er janvier 1901, l'Espagne, elle aussi, se sert de l'heure de l'Europe *occidentale*, de l'heure de la Hollande et de la Belgique, de l'heure... anglaise.

Oui, de *l'heure anglaise!* On affirme que c'est ce nom qui jusqu'ici aurait retenu la Commission sénatoriale; mais l'objection n'a-t-elle pas perdu sa dernière ombre de valeur depuis que, de son côté, le Parlement anglais poursuit l'emploi obligatoire du système métrique français, et depuis la récente signature d'un traité d'amitié et d'arbitrage anglo-français?

Voudrait-on, par hasard, attendre encore que le Portugal et la République de Saint-Marin soient à leur tour entrés dans le système des vingt-quatre fuseaux horaires, et faudra-t-il que notre chère France, que le monde est habitué à voir marcher à la tête du progrès, soit la toute dernière à reconnaître le bienfait de l'heure mondiale?

§ 3. — Physique

Conférence sur le Radium. — Notre éminent collaborateur, M. Ch.-Ed. Guillaume, a fait récemment, devant la Société Astronomique de France, une conférence sur le radium. Bien que M. Debierne ait consacré récemment, ici même, un article très complet au corps découvert par M. et Mme Curie, nous avons trouvé dans cette conférence quelques aperçus nouveaux que nos lecteurs nous saurons gré de leur signaler :

« Nous savons que, lorsqu'une perturbation se produit dans l'air, elle se propage avec une vitesse uniforme de 330 mètres par seconde environ. Si donc un plan se déplace dans l'air perpendiculairement à sa direction avec une vitesse inférieure à celle qui vient d'être indiquée, le choc qu'il produit constamment contre l'air se dissipera à la manière d'une onde sonore, et la pression en avant du plan restera faible. Mais, si le plan prend une vitesse supérieure à celle de la dissipation, l'air se condensera contre le plan, et la pression croîtra au delà de toute limite. Telle est, du moins, la conséquence inévitable d'une théorie élémentaire, fondée sur l'idée que la vitesse du son dans l'air est indépendante de la pression. Mais une théorie plus avancée nous enseigne qu'il n'en est pas ainsi.

« Le regretté capitaine Hugoniot, développant une théorie de Riemann, a montré que la vitesse de dissipation croît en même temps que la densité du gaz, de telle sorte que, quelle que soit la vitesse du plan, la dissipation se produit toujours, et l'air ne peut pas se condenser indéfiniment. Les formules d'Hugoniot ont été vérifiées expérimentalement par M. Paul Vieille, le célèbre ingénieur des Poudres et Salpêtres, à qui l'on doit l'invention de la poudre sans fumée.

« Une théorie analogue, concernant le déplacement d'une masse électrique dans l'éther, a conduit à penser que le milieu universel agit sur le déplacement, et qu'il faut tenir compte de cette action dans l'expression de l'énergie de mouvement des particules électrisées traversant l'espace avec une grande vitesse.

« Les théories mécaniques nous disent que l'énergie de mouvement d'un corps est donnée par l'expression $\frac{mv^2}{2}$; mais la théorie nouvelle nous enseigne que cette expression n'est qu'approximative, et qu'elle est pratiquement exacte seulement pour les mobiles qu'il nous a été donné jusqu'ici d'observer, doués d'une vitesse négligeable par rapport à celle de la lumière. Lorsque les vitesses sont plus grandes, l'expression de l'énergie se complique, et prend une forme telle que l'énergie devient infinie lorsque la vitesse est égale à celle de la lumière. Nous retrouvons ici le principe indiqué tout à l'heure pour un corps se déplaçant dans l'air, avec cette différence que, l'éther pouvant être considéré comme parfaitement élastique, la théorie nouvelle, développée par M. Max Abraham, semble exacte jusque dans ses lointaines conséquences.

« De telles théories sont d'une extrême importance pour l'astronome, car elles permettent de concevoir l'existence d'un point fixe de l'espace, ce point tant cherché et dont le génie de Ptolémée, de Copernic, de Galilée avait définitivement dépouillé notre Terre et même l'astre resplendissant autour duquel elle gravite.

« Les peuples primitifs considéraient la Terre comme immobile; le sol représentait pour eux le système fondamental de coordonnées de l'espace. Puis, la rotation de la Terre sur elle-même et son mouvement autour du Soleil étant reconnus, on a pu penser que notre astre central était l'un des éléments d'un système fixe de coordonnées du monde. Mais les progrès de l'Astronomie de précision nous ont enseigné que notre système solaire se déplace avec une grande vitesse par rapport à la position moyenne des étoiles considérée comme invariable. Or, il n'y a plus de raison pour envisager cette position comme fixe, car nous savons très bien aujourd'hui que les étoiles se déplacent les unes par rapport aux autres. Nous verrions donc une fois de plus le point fixe de l'espace se dérober, et nous serions conduits à affirmer qu'il n'existe dans le monde que des mouvements relatifs. La théorie qui fait intervenir les réactions de l'éther nous rend notre système fixe, qui est celui du milieu universel.

« Voici comment on peut établir, par la pensée, un système absolu de coordonnées de l'espace :

« Considérons une charge électrique se déplaçant dans une direction déterminée, et exigeant pour se mouvoir une énergie infinie; nous saurons qu'un plan perpendiculaire à la direction de ce mouvement, et dont la particule considérée s'écarte avec une vitesse

de 300.000 kilomètres par seconde, est un plan fixe dans l'espace. Répétons l'expérience dans trois directions rectangulaires, et nous aurons établi un système de coordonnées invariables et indépendantes de la matière.

« Cette question du mouvement absolu ou relatif a troublé beaucoup de chercheurs. Les uns, l'abordant avec un esprit scolastique et s'appuyant sur la Cinématique seule, affirment qu'il ne peut pas exister de mouvement absolu. Au point de vue cinématique, la question n'a aucun sens, puisque l'on crée une abstraction sans relation avec la réalité. Mais en est-il de même au point de vue mécanique? Est-il indifférent, lorsqu'on envisage des réalités et non des abstractions, d'admettre que la Terre tourne, ou que le monde entier tourne autour d'elle? Les observations les plus élémentaires nous enseignent qu'il n'en est rien, et l'on aurait pu croire la question définitivement résolue pour les peuples sortis de l'état sauvage, si l'on n'avait vu récemment, non sans quelque surprise, il faut le dire, une portion heureusement minime et très spéciale de la presse quotidienne, travestissant une phrase d'un des maîtres de l'Astronomie, émettre des doutes sur la doctrine de la rotation de la Terre.

« De tels reculs de la pensée, s'ils se généralisaient, donneraient promptement raison à l'idée contenue dans cette expression devenue rapidement populaire : la faillite de la science. Au seuil de certains esprits, la science, il est vrai, fait faillite; d'autres esprits heureusement enrichissent chaque jour son domaine.

« Voyons maintenant quelles peuvent être les hypothèses susceptibles d'expliquer l'existence du radium. Il s'agit ici de phénomènes tellement différents de tous ceux que l'on connaissait que les hypothèses pourront être hardies; si même elles sont absurdes, ce ne sera pas une raison suffisante pour se refuser à les examiner. Dans un article très remarquable publié en 1899 dans cette *Revue*, Mme Curie énonçait déjà une série d'hypothèses possibles, parmi lesquelles nous allons tâcher de choisir.

« Il y a une cinquantaine d'années, l'embarras eût été moindre. Alors, le principe de la conservation de l'énergie était encore chancelant, et rien n'eût empêché les physiciens d'admettre que le radium fût susceptible de créer indéfiniment de l'énergie. Mais ce principe s'est montré si fécond, il a été vérifié de tant de manières diverses, que ce n'est pas sans une nécessité absolue que l'on consentirait aujourd'hui à admettre que quelque phénomène ne lui fût pas soumis.

« C'est donc dans le domaine intangible de la conservation de l'énergie que l'on cherchera des explications susceptibles d'être développées avec succès.

« Parmi les hypothèses émises par Mme Curie, il en est deux qui ont surtout fixé l'attention.

« La première consiste à admettre que l'espace est sillonné en tous sens par des radiations d'une nature encore inconnue, traversant sans absorption sensible tous les corps connus jusqu'à ces derniers temps, par conséquent échappant à nos investigations. Mais, si ces radiations sont absorbées par le radium, elles sont transformées par lui en une autre forme d'énergie, et c'est cette forme nouvelle dont nous observerons les mystérieux effets.

« A première vue, cette hypothèse présente un degré assez élevé de probabilité, et les physiciens lui ont consacré toute leur attention. Comme hypothèse accessoire, on peut admettre que les radiations inconnues nous viennent du Soleil. S'il en est ainsi, on devra s'attendre à ce que le radium en reçoive un peu moins la nuit que le jour; mais il est difficilement admissible que la radiation puisse traverser 13.000 kilomètres de roches, même très transparentes, sans éprouver au moins un peu d'affaiblissement.

« L'égalité parfaite du rayonnement du radium, le jour ou la nuit, à la surface de la Terre ou dans les mines profondes, a enlevé un peu de probabilité à cette première hypothèse.

Il en est une seconde, qui parut moins probable au début, mais qui, peu à peu, a gagné en vraisemblance à mesure que se précisaient des réflexions dont je vais donner un aperçu et que l'on faisait des observations dont je parlerai dans un instant. C'est l'hypothèse de la transmutation du radium en un autre élément chimique.

« Reprenons la question de plus haut.

« Ce fut certes un très grand progrès que réalisa l'esprit humain lorsque, dégageant la Chimie de la vieille Alchimie, il conçut l'existence d'éléments primordiaux et non susceptibles d'être transformés les uns dans les autres. Ainsi étaient brisées à jamais, semblait-il, les grandes espérances que l'on plaçait dans la découverte de la pierre philosophale; ainsi était rendu désormais inutile le travail que bien des hommes continuaient à lui consacrer.

« Cependant, à mesure que l'on avança dans l'étude des éléments, l'idée se fit de plus en plus nette qu'ils ne sont pas aussi indépendants les uns des autres qu'on l'avait pensé au début, qu'au contraire ils forment un ensemble tel qu'ils apparaissent comme des dérivés les uns des autres ou comme les composés d'une même substance primordiale. On a pu (Chancourtois, Newlands, Mendeleef, Lothar Mayer) ranger les éléments sur une spirale qui, recoupée par des rayons, donne à chaque point d'intersection la masse atomique et toute une série de propriétés d'un élément déterminé. Sur le même rayon se trouvent les éléments, généralement au nombre de 5, d'un même groupe chimique : métaux alcalins, métaux alcalino-terreux, halogènes, gaz inertes, etc.

« D'autre part, tous les éléments possèdent une propriété qui leur est commune : c'est la valeur numérique de la constante de la gravitation. Dès lors, le passage d'un élément à un autre ne serait-il pas possible, et ne devrait-on pas le chercher par l'intermédiaire des corpuscules 2.000 fois plus petits que l'atome dont j'ai parlé il y a un instant? Cette idée avait été émise par M. J.-J. Thomson, à propos des rayons cathodiques; elle se présente avec plus de force pour le radium.

« Les transformations progressives du radium, observées par M. et Mme Curie, doivent à cette hypothèse un haut degré de vraisemblance; mais cette vraisemblance confine presque à la certitude à la suite d'une expérience exécutée pour la première fois par Sir William Ramsay et M. Soddy.

« Ayant enfermé de l'émanation dans un tube et l'ayant étudiée au spectroscope, ils virent peu à peu apparaître et croître graduellement le spectre du corps resté longtemps hypothétique et mystérieux, l'hélium.

« M. Ramsay ne méritait pas moins que l'honneur de cette découverte, lui qui, pour la première fois, trouva sur la Terre l'hélium entrevu jusqu'alors par les astronomes dans les astres lumineux, et dont beaucoup de chimistes contestaient l'existence.

« Voilà donc le cycle qui s'achève; voilà bien, semble-t-il, la transmutation de la matière surprise dans sa réalité, et non pas conclue comme vague probabilité des faits contingents.

« Ces faits étant bien admis, la théorie que nous examinions s'achève aisément. On n'a pas pu, jusqu'ici, produire la transmutation; qu'est-ce à dire? sinon qu'elle exige des procédés infiniment plus énergiques que ceux que nous possédons, ou que, quand elle se produit d'elle-même, elle est susceptible de dégager une énergie immensément plus grande que celle de toutes les transformations chimiques telles qu'on les a considérées jusqu'ici. Le radium nous en donne la mesure : elle est prodigieuse; mais, l'hypothèse qui précède une fois admise, cette quantité d'énergie n'est pas faite pour nous surprendre.

« Je ne m'arrêterai point ainsi aux phénomènes terrestres, mais j'essaierai de montrer quelles peuvent être les lointaines conséquences des faits qui viennent d'être rapportés, pour l'évolution du Monde, pour le passé et pour l'avenir de l'Univers.

« Un physicien anglais, M. Wilson, a fait un calcul très simple montrant que, si le Soleil contenait 2 ou 3 grammes de radium par tonne, ce radium suffirait à expliquer l'énergie qu'émet notre astre central. On pourra faire bon marché de l'objection résultant du fait qu'on n'observe pas dans le spectre solaire les raies du radium, car, à la dilution supposée par M. Wilson, ces raies seraient invisibles.

Mais on remarquera que cette hypothèse de M. Wilson est purement gratuite, et que, s'il est vrai que le radium étudié dans les laboratoires a toujours émis, depuis qu'on l'observe, l'énergie dont j'ai donné plus haut la valeur, rien ne nous autorise à penser que son émission restera toujours la même; nous aimons même à croire qu'il n'en sera pas ainsi.

« Considérons la question sous une autre forme : la transmutation du radium avec grand dégagement d'énergie, l'existence du polonium, qui se transforme encore plus rapidement, et de l'actinium, trop rare pour qu'on ait pu encore en étudier les effets, la radio-activité du thorium et de l'uranium, dont la dégradation est plus lente ou plus limitée, nous donnent à penser que d'autres corps peuvent éprouver les mêmes changements, et dégager des quantités d'énergie considérables.

« La température doit évidemment exercer une action importante sur de telles transformations, et il est fort naturel de penser qu'à la température de 6.000°, que l'on attribue au Soleil, un grand nombre de matières peuvent se trouver dans l'état de transformation où nous observons aujourd'hui le radium sur la Terre.

« Si cette hypothèse est exacte, nous voyons immédiatement la provision d'énergie du Monde croître dans une énorme proportion; nous voyons se prolonger très loin en arrière la formation des soleils, et nous voyons leur période de refroidissement presque indéfiniment accrue. Partant de là, les astronomes peuvent sans difficulté accorder aux géologues les longues périodes dont ils ont besoin pour expliquer la transformation des êtres et des choses. Mais, surtout, les physiciens peuvent faire espérer, pour l'avenir, une mort plus lente du Monde que nous habitons, un refroidissement plus prolongé de cette Terre qui nous porte et de ce Soleil dont les rayons nous donnent et nous conservent la vie. Ceux qui s'attristent à la pensée de la fin prochaine de notre race se réjouiront, en pensant à la radio-activité découverte par M. Becquerel, que cette fin est pour longtemps différée. Ceux qui croient et espèrent en l'avenir de l'humanité remercieront M. et Mme Curie de nous avoir donné, par la découverte et l'étude du radium, la lueur d'une espérance nouvelle. »

Le photomètre à scintillation Simmance et Abady. — Le photomètre à scintillation, dont l'inventeur est probablement Ogden Nicholas Rood, mort récemment après avoir longtemps professé la Physique à Columbia College, de New-York, utilise ce fait que l'alternance régulière et suffisamment rapide de deux impressions diversement colorées donne naissance à une sensation de papillotement (angl. *flicker*, allem. *flittern*, *flimmern*), qui disparaît pour des valeurs convenables des intensités des deux lumières. Dans l'appareil actuel, une pièce comme celle que représente la figure 1, et dont les parties utiles appartiennent à deux cônes de révolution égaux dont les axes sont parallèles, tourne autour d'une parallèle S_2 S_1 à ces axes, contenue dans leur plan, à égale distance des deux. Les traits pointillés figurent les parties non utilisées des cones. Les deux sources à comparer sont situées sur cette troisième droite, perpendiculairement à laquelle on observe. Les deux surfaces coniques, qui reçoivent respectivement les rayons des deux sources, occupent alternativement le champ de vision. On déplace le photomètre entre les sources jusqu'à ce que le papillotement disparaisse.

D'après les auteurs, les résultats sont entièrement indépendants de l'observateur; c'est ainsi qu'eux-mêmes, qui ont une grande habitude des mesures photométriques, mais une vue médiocre, ont fait les mêmes lectures qu'un patient dont la pupille avait été dilatée par l'atropine et qu'un sujet atteint de daltonisme complet.

Contrairement à ce que l'on observe, sous le nom de phénomène de Purkinje, dans les expériences statiques, les rapports mesurés par le nouveau photomètre ne dépendraient pas non plus des valeurs absolues de l'éclat des deux portions de surface; ils seraient déterminés uniquement par le quotient des distances

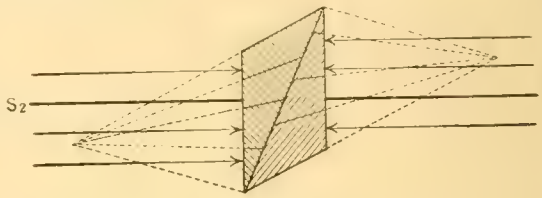


Fig. 1. — *Vue perpendiculaire au plan des axes des deux surfaces coniques.* — On observe normalement au plan de la figure.

des sources au photomètre. Enfin, en comparant deux sources à une troisième, on obtiendrait bien le même rapport que par la comparaison directe.

Cette dernière affirmation s'appuie sur les nombres du tableau ci-dessous. Pour les déterminer, on a placé aux deux extrémités du banc photométrique deux sources blanches égales, et l'on a mis successivement un verre de couleur devant chacune d'elles et mesuré l'intensité par comparaison avec la source restée découverte; c'est ainsi qu'ont été obtenus les couples de nombres de la première colonne. La deuxième colonne contient les rapports calculés de ces nombres et la troisième donne les rapports des intensités, déterminés expérimentalement. La perfection de l'accord conférerait au photomètre Simmance et Abady une incontestable supériorité sur tous les appareils statiques; il serait d'autant plus désirable de voir ces résultats confirmés que le principe même de la méthode peut paraître discutable, comme l'a indiqué

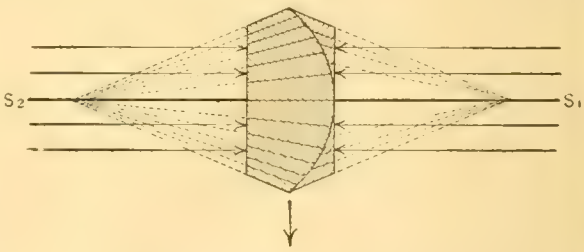


Fig. 2. — *Vue parallèle au plan des axes.* — L'observateur est placé dans la direction de la flèche inférieure.

M. Broca à la séance du 15 avril de la Société française de Physique, où M. Lauriol a présenté l'appareil (voir la *Revue*, p. 468).

COULEUR des verres	INTENSITÉ en bougies	RAPPORT calculé	RAPPORT observé
Vert des signaux . .	21,8	1,4	1,39
Rouge des signaux .	15,6		
Jaune.	9,75	4,67	4,75
Bleu	2,088		
Jaune.	10,01	6,9	6,86
Rouge	1,45		
Vert	2,16	1,08	1,08
Bleu	2,0		
Pourpre	2,0	1,29	1,275
Rouge	1,55		
Pourpre.	3,81	1,95	1,9
Vert des signaux . .	2,0		

§ 4. — Chimie biologique

L'acide sulfhydrique dans les fermentations alcooliques. — On sait que, parmi les diastases, se trouvent deux groupes, les oxydases et les réductases, les premières ayant pour action d'oxyder les corps comme le feraient l'ozone, les composés oxygénés du chlore ou tout autre oxydant inorganique, tandis que les secondes les réduisent.

Sous l'action de ces réductases, le soufre et, en général, tous les métalloïdes de la deuxième famille, ainsi que le phosphore et l'arsenic, sont réduits, et le soufre, qui nous intéresse plus particulièrement ici, donne de l'hydrogène sulfuré. Le fait est connu depuis longtemps, car certaines eaux-de-vie du Midi deviennent imbuvables par la présence du soufre à l'état de thiol; on dit alors qu'elles sont *pourries*, et la production du composé sulfuré est due à l'action de la diastase soit sur les sulfates répandus sur les grappes par l'emploi des bouillies, soit sur le soufre provenant du traitement de l'oïdium. Mais, ce qu'il importait de préciser, c'était les conditions dans lesquelles prend naissance et surtout agit la diastase : c'est ce que vient de déterminer M. Pozzi-Escot[1]. Pour cela, il a préparé une liqueur contenant 100 grammes de levure, 1 gramme d'acide tartrique, des traces de phosphate de magnésium et de phosphate d'ammonium, le tout dans 1 litre d'eau contenant 10 °/₀ de saccharose. Il porta une première portion de ce liquide à 25° et dosa à des époques successives la proportion d'acide sulfhydrique produit. Rien ne se manifesta jusqu'à ce que la quantité de saccharose eût baissé au 1/10 du poids primitif; à partir de ce moment, la production de l'hydrogène sulfuré crut rapidement à mesure que la quantité de sucre diminuait.

M. Pozzi-Escot étudia alors, sur la deuxième partie du liquide, la vitesse de diffusion, et il put constater que, tandis que la sucrase diffusait au commencement, la diastase réductrice ne diffusait qu'à la fin. De ces faits, il ressort donc nettement que la réductase n'agit pas pendant toute la vie active de la zymase alcoolique; mais qu'au moment où cette dernière diastase commence à souffrir, au moment où sa production se ralentit sensiblement, alors le ferment réducteur entre en pleine activité et donne naissance à d'autant plus d'acide sulfhydrique que la sucrase cesse plus rapidement de se produire.

§ 5. — Botanique

Formation de l'épiplasme chez les Ascomycètes. — La production des fleurs, la formation et le développement des fruits exigent de la plante une certaine dépense d'énergie. Aussi se prépare-t-elle, par l'accumulation de réserves, à fournir, dans le court espace de temps nécessaire, les matières qu'il lui serait impossible d'élaborer au moment même. L'homme a su utiliser de maintes façons ces réserves : depuis la betterave, qu'il récolte après un an, lorsque tout le sucre amassé va servir à pousser une inflorescence d'un mètre environ, jusqu'au Fourcroya ou aux Agaves, dont les réserves, accumulées pendant cent et même deux cents ans dans les immenses réservoirs naturels formés par les feuilles, donneront au Mexicain attentif, qui vient couper à son origine le bourgeon floral, quelques hectolitres de ce vin bien connu sous le nom de Pulké. Mais ce n'est pas seulement dans ces circonstances facilement visibles qu'a lieu la production des réserves; pour les plus humbles plantes, pour les formations florales les plus minimes, il y a des accumulations de produits, plus ou moins faibles il est vrai, mais que d'actives recherches et les puissantes méthodes modernes font mieux connaître chaque jour.

Une excellente contribution à cette partie de la Botanique vient d'être apportée par M. Guilliermond[1] dans son étude sur les corpuscules métachromatiques que l'on rencontre dans l'épiplasme de la plupart des Ascomycètes. Il a étudié un certain nombre de ces champignons, entre autres : *l'Aleuria cerea*, *l'Ascobolus marginatus*, *l'Aleuria olivea*, pour citer les principaux, et a constaté l'existence des corpuscules métachromatiques dès l'origine, au moment où l'asque se forme par la bipartition des deux noyaux de la cellule-mère; toutefois, ces corpuscules manquent chez la *Leotia lubrica* et chez quelques autres. Par contre, le glycogène est toujours présent, et l'on rencontre aussi, plus particulièrement accompagnant les corpuscules métachromatiques, de petits globules d'huile. Quel est le rôle de ces divers produits, dont une technique très sure a permis à M. Guilliermond d'observer l'existence dans ses détails? Ce savant n'hésite pas à leur attribuer un rôle important dans la formation des spores. Nés aux dépens du cytoplasme, soumis sans doute à l'influence indirecte du noyau dans le voisinage duquel ils se trouvent toujours, ces corpuscules métachromatiques contribuent au développement des spores, mais en temps que matières de réserve analogues au glycogène et aux globules d'huile et non pas, comme on avait d'abord voulu le voir, comme germes zymogènes secrétant des diastases. On ne peut non plus admettre qu'ils servent à hydrolyser le glycogène ou à rendre l'huile assimilable, car alors on ne saurait s'expliquer les cas, rares il est vrai, mais qui n'en existent pas moins, où les deux principes ne coexistent pas.

Voici donc un nouveau cas de réserve en vue de la reproduction végétale; il est certain que cette importante question des transformations et de l'assimilabilité des réserves nous donnera d'ici peu les résultats les plus intéressants, grâce aux nombreuses études dont elle est actuellement l'objet.

Le noyau des Bactéries et sa division. — Vejdovsky[2] étudie une grande bactérie, qui vit en symbiose dans le sang des *Gammarus* du lac Garschina (*Bacterium Gammari*), et une bactérie filamenteuse rencontrée dans l'intestin d'un Oligochète, le *Bryodrilus Ehlersi*. Ces deux formes possèdent un cytoplasme alvéolaire et des noyaux bien typiques avec chromatine, membrane et suc nucléaire. Dans les bactéries à articles séparés, il occupe généralement le centre des bâtonnets. Ces noyaux se divisent par un procédé qui se rapproche certainement des mitoses de Protozoaires; on distingue très nettement un fuseau biconique avec couronne équatoriale de chromatine, mais sans asters polaires; un autre stade présente deux plaques polaires chromatiques réunies par un faisceau de filaments. Les bactéries, ou du moins celles-là, ne sont donc point des cellules dont le noyau est représenté par des chromidies éparses dans le cytoplasme, comme le pensait R. Hertwig. Mais est-il absolument certain que les formes étudiées par Vejdovsky sont bien des bactéries?

§ 6. — Psychologie

Les rudiments psychiques de l'homme. — Sous ce titre, M. Metchnikoff, de l'Institut Pasteur, vient de faire une conférence à l'*Institut général psychologique*.

Après avoir exposé que l'on trouve chez l'homme des organes atrophiés qui peuvent exceptionnellement reparaître chez certains individus, le conférencier a fait remarquer que beaucoup d'aptitudes et d'habitudes, qui semblent abolies, peuvent, de même, exceptionnellement reparaître, et cela sous l'influence d'émotions violentes, comme la peur, ou d'états anormaux, comme ceux du somnambulisme naturel. A l'appui de sa thèse, M. Metchnikoff cite certains traits physiologiques et

[1] *Bulletin de l'Association des Chimistes*, avril 1904.

[1] *Revue générale de Botanique*, février 1904.

[2] Ueber den Kern der Bakterien und seine Teilung (*Centralb. für Bakteriologie*, Bd. XI, p. 1904, 481.

psychologiques des gorilles et des chimpanzés, qui sont doués d'une force musculaire, d'une agilité et d'une sûreté de mouvements extraordinaires. Puis il signale, d'autre part, des cas de somnambulisme où l'on a vu des hommes marcher sur les toits et faire des ascensions périlleuses avec une assurance et une adresse qui étonnent ceux qui ont pu être témoins de ces scènes émouvantes. Il semble que, dans cet état second, l'homme manifeste une mémoire et des habitudes d'états antérieurs préhumains, presque abolis à l'état de veille, mais qui renaissent alors dans toute leur force. Peut-être les cas de sensibilité extrême de l'olfaction, de l'ouïe et de la vue, et même certains faits de lucidité ne sont-ils que la réapparition de facultés sensorielles encore en activité dans quelques espèces animales, mais disparues dans la descendance au cours des âges. Il y a évidemment là une idée féconde, riche en aperçus nouveaux.

§ 7. — Sciences médicales

La greffe thyroïdienne chez l'homme. — M. le Dr H. Cristiani, professeur à la Faculté de Médecine de Genève [1], essaie de réhabiliter cette opération, dans le traitement du myxœdème et de l'insuffisance thyroïdienne. Il poursuit le double but d'éviter la transplantation corps à corps, qui présente de nombreux inconvénients, et de rendre l'implantation plus facile, en lui enlevant les caractères d'une véritable opération. Il a donc étudié les moyens de conserver le tissu thyroïdien dans différents liquides et il a vu que, pour le corps thyroïde du rat et du lapin, cette conservation est possible dans le sérum artificiel et dans le sérum sanguin de quelques animaux. Pour simplifier l'implantation, il fait pénétrer, dans l'organisme récepteur, les parcelles thyroïdiennes, réduites en très petits fragments et, pour ainsi dire, émulsionnées dans le liquide conservateur, au moyen d'un trocart ou d'une grosse aiguille creuse montée sur une seringue. Ce procédé rend l'opération de la greffe à peu près aussi facile qu'une injection de sérum; peut-être pourra-t-il rendre de nombreux services ou, dans tous les cas, donner des succès à ceux qui l'utiliseront.

On sait, en effet, que, jusqu'ici, cette opération n'a pas donné de résultats favorables. Lannelongue, Bettencourt et Serrano, Walther et Merklen, Wölfler, Robin, Macpherson, Gibson, Von Gerner, ont essayé la transplantation de la glande thyroïde du mouton à l'homme; l'amélioration n'a jamais excédé deux mois. Dès 1883, Kocher avait fait des greffes de substance thyroïdienne humaine et il a été suivi par d'autres chirurgiens, tels que Bircher, Von Eiselsberg, Gottstein; dans tous ces cas, la substance employée pour les greffes provenait de goîtres extirpés. Les résultats de ces essais furent moins que favorables, de telle sorte que la plupart des auteurs avaient relégué, parmi les rêves thérapeutiques irréalisables, cette méthode des greffes que vient d'essayer de réhabiliter M. le Dr Cristiani.

Monstre hétéradelphe vivant. — M. le Dr Lugeol vient de présenter, à la Société de Médecine et de Chirurgie de Bordeaux, un monstre qui, d'après la classification de Geoffroy Saint-Hilaire, doit être dénommé monstre parasitaire de la famille des Hétérotypiens, genre hétéradelphe. Ce genre est caractérisé, comme on le sait, par la présence d'un parasite suspendu à la partie antérieure du corps du sujet principal. Il est exceptionnel de voir un monstre de cette sorte arriver à l'âge adulte. Le sujet actuel a dix-huit ans; il est issu d'une famille italienne habitant Buenos-Ayres; son père était un forain, montreur d'animaux, mort jeune; on ignore la cause de sa mort; la mère est vivante et bien portante; il est le cinquième de treize enfants, dont six sont vivants et assez bien constitués; avant lui, il y a eu un monstre sternopage qui aurait vécu jusqu'à dix ans; après lui, il y a eu un autre monstre, sternopage aussi, expulsé avant terme et macéré. Le parasite, implanté sur la partie antérieure du thorax, est constitué par les deux membres supérieurs, un rudiment de thorax, le bassin et les membres inférieurs; le tout est très incomplètement développé: les organes génitaux sont, au contraire, très bien développés; la fonction urinaire existe; mais l'anus est imperforé; quant à la température du parasite, elle est inférieure de quelques degrés à celle du sujet; il n'y a aucune trace de tête, ni de cou. Le jeune homme ne présente pas d'autres malformations; sa santé est assez bonne, quoique délicate.

§ 8. — Géographie et Colonisation

La Mission Auguste Chevalier à la Sorbonne. — La Société de Géographie de Paris a tenu récemment, dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne, une séance solennelle en l'honneur de M. Auguste Chevalier, chef de la Mission scientifique du Chari-Lac Tchad et directeur du Laboratoire colonial du Muséum de Paris. M. Grandidier, membre de l'Institut, présidait, entouré des collaborateurs de M. Chevalier : MM. Courtet, officier d'administration, Decorse, médecin militaire, et Martret, chef de station agronomique au Soudan.

De l'éloquent récit, fait avec une grande simplicité par M. Chevalier, nous voudrions retenir les principaux points, en insistant sur les résultats scientifiques de ce beau voyage de l'*Oubangui au lac Tchad à travers le bassin du Chari*.

Cette exploration, accomplie de 1902 à 1903, peut être considérée comme la continuation de l'œuvre conçue par le général de Trentinian. On sait, en effet, qu'après la période de conquête, cet éminent colonial avait entrepris d'établir l'inventaire des productions naturelles de ce pays. M. Chevalier, séduit par un premier voyage en Afrique tropicale, qui déjà lui avait donné de précieux résultats, s'était promis de pénétrer plus avant dans le continent noir, jusque dans le bassin du Tchad, que les expéditions de Gentil, de Foureau et Lamy, de Joalland et Meynier, venaient de placer sous la domination française. Son programme était vaste : étudier les productions agricoles et forestières de l'Afrique centrale; y recueillir des collections pour nos musées; inventorier la faune, la flore et les richesses minérales; créer un jardin d'acclimatation pour introduire en Afrique centrale les plantes utiles qui y manquent; étudier l'état social des indigènes, etc.

C'est le 3 août 1902 que la Mission Chevalier quittait Brazzaville, sur le vapeur du Service administratif qui l'emmenait jusqu'à Bangui. La montée du Congo est des plus intéressantes pour un naturaliste. Ce sont d'abord les coteaux des pays Batékés, couverts de hautes herbes, de grandes fougères, de quelques arbustes chétifs, parmi lesquels deux espèces de *Landolphia* fournissent par leurs racines ce qu'on a appelé le *caoutchouc des herbes*.

A propos de ces plantes, M. Chevalier signale un fait biologique intéressant : pendant la saison sèche, les incendies de brousse consument toutes les parties aériennes des plantes. L'action répétée de ces incendies a dû faire disparaître les végétaux qui n'étaient pas en état de résister, tandis que les autres plantes ont dû s'adapter à ces conditions biologiques particulières, soit en couvrant leur tronc d'une carapace de liège qui protège l'arbre contre le feu, soit en s'enterrant profondément et en réduisant leur partie aérienne, qui réussit alors à fleurir et à fructifier pendant les quelques mois où il n'y a pas d'incendies. Ainsi, les grandes lianes qui grimpent jusqu'au sommet des arbres de la forêt, et qui fournissent le caoutchouc par leur tronc, sont devenues de petites tiges annuelles de la grosseur d'une paille, et atteignant à peine la hauteur des herbes au milieu desquelles elles croissent. Chaque année, ces

[1] *Semaine médicale*, 1904, p. 81.

tiges brûlent, mais les rhizomes et les racines continuent à croître et s'allongent démesurément. Il en résulte que le caoutchouc, au lieu de se trouver dans l'écorce des tiges, comme c'est le cas dans les grandes lianes, se rencontre exclusivement dans les parties souterraines. Ces deux *Landolphia* sont extrêmement abondantes, et elles constituent pour notre Congo français une richesse dont l'exploitation vient seulement de commencer.

Puis, remontant le fleuve, on s'enfonce dans la forêt équatoriale, et l'on passe, sans s'en apercevoir, du Congo dans le Bas-Oubangui, où la flore est exubérante. De nombreuses espèces utiles y croissent sous le couvert imposant de la forêt : lianes à caoutchouc, colatiers, caféiers, vanilliers, poivriers. Une espèce de copalier, dont le tronc ressemble à nos hêtres, forme le fond de la végétation, et la gomme copal qui en découle s'accumule dans le sol de la forêt. Le *Kichxia elastica*, l'unique arbre à bon caoutchouc indigène, est commun dans les forêts du Congo et de l'Oubangui, et en beaucoup d'endroits il n'est pas exploité.

Malgré ses richesses naturelles, cette région est peu prospère. C'est que les Bondjos, qui habitent le nord de la forêt de l'Oubangui, constituent l'une des races humaines les plus dégradées par l'anthropophagie, et l'une des plus réfractaires à la civilisation. Il n'est pas rare de rencontrer autour des cases des trophées de crânes humains bouillis dans la marmite ou rôtis sur la braise les jours de fête. « Les indigènes les plus distingués se parent encore d'élégants colliers de dents humaines pour venir nous saluer », dit M. Chevalier.

Quelle est la cause de cette anthropophagie ? Est-ce, comme le pensait Stanley, le besoin de manger de la viande dans un pays où l'élevage du bétail est inconnu et où les produits de la chasse sont rares ? Ou bien, est-ce, comme chez les Bandas, une sorte de fétichisme qui pousse les vainqueurs à dévorer les vaincus dans l'espoir de s'assimiler leur force ? M. Chevalier penche pour cette dernière hypothèse, car les indigènes morts naturellement ne sont ordinairement pas mangés, mais jetés dans l'Oubangui qui charrie leurs cadavres.

Le Haut-Oubangui. — Le 31 août, la Mission arrivait à la Kémo, et, dès le 10 septembre, elle faisait choix, pour la création d'un jardin d'essai, d'un beau coin de brousse, ayant environ un kilomètre de longueur et situé sur le bord de la Tomi. M. Martret y ensemença de nombreuses graines, et l'on y vit germer les citronniers, les mandariniers, les orangers, et d'autres plantes apportées du Muséum de Paris ou du Jardin colonial de Nogent.

Puis M. Chevalier prit contact avec les principales peuplades de la race Banda, qui sont aussi anthropophages, mais moins passionnément que les Bondjos. Après les combats, les guerriers découpent les corps de leurs ennemis tués et les font rôtir. « Cela nous donne de la force pour nous battre ensuite », disait un vieux Banda à M. Chevalier.

Le 11 novembre, M. Chevalier se mettait en marche pour les Etats du sultan Snoussi, et suivait un sentier qui traverse un pays aujourd'hui désert, mais où existaient, il y a quelques années, de nombreux villages.

Le pays des Snoussi. — Fort-Crampel est le poste le plus rapproché de la capitale du sultan Snoussi, la ville de Ndellé. Après douze jours de marche, M. Chevalier arriva auprès du sultan, qui lui fit un accueil extrêmement cordial. Il lui présenta les productions de son pays : noix de palmier à huile, fibres du raphia, poivre d'Ethiopie, cerises de café sauvage, etc. Il donna même, en l'honneur de la Mission française, une revue où il fit défiler 1.500 soldats avec les bannières déployées. En échange, la Mission lui fit connaître le *caoutchouc des herbes* qu'il n'exploitait pas; or, tandis que les grandes lianes, seules exploitées, ne peuvent fournir que 30 tonnes de caoutchouc au maximum, le caoutchouc des herbes pourrait en procurer 1.000 tonnes.

A propos du sultan Snoussi, M. Chevalier dégage en quelques mots les causes de l'assassinat de l'infortuné Crampel : celui-ci s'était fié, comme guide, à un musulman fanatique qui avait joué un rôle actif dans le massacre de la Mission Flatters, et qui conseilla au sultan de faire ou de laisser assassiner l'explorateur. Selon M. Chevalier, le sultan est aujourd'hui rallié aux intérêts français : de marchand d'esclaves, il est devenu marchand de caoutchouc.

A la limite des trois bassins : Oubangui, Chari, Nil, M. Chevalier rencontra une nouvelle espèce de caféier sauvage, le *Coffea excelsa*, arbre atteignant 20 mètres de haut et dont le café est d'un arome exquis. Ce café est, d'ailleurs, connu des Arabes, et chaque année il en part une petite quantité au Ouadaï.

Les marais du Mamoum et des régions avoisinantes sont très giboyeux : plusieurs espèces d'Antilopes vivant en troupeaux, Girafes, Buffles, Rhinocéros, quelques troupeaux d'Eléphants, Lions, Panthères, Hyènes. Dans les rivières profondes abondent les Hippopotames, les Crocodiles et les grands Siluridés. Un fait curieux à signaler est que la mouche Tsé-Tsé y est fort abondante et que, cependant, la maladie du sommeil y est presque inconnue.

Le moyen Chari. — M. Chevalier quitte Ndellé le 2 mai 1903 et atteint Fort-Archambault, sur le Chari, une vingtaine de jours après. Là se trouve un groupement humain des plus intéressants, bien étudié par le Dr Decorse et qui fut observé pour la première fois par Maistre. Les hommes atteignant une taille de deux mètres n'y sont pas rares et la force de quelques-uns est herculéenne. Ils portent comme vêtement une peau de chèvre dans le bas du dos. On peut fonder des espérances sur ce peuple de colosses doux et pacifiques, car ils sont de laborieux cultivateurs, ignorent l'anthropophagie et sont assez disciplinés.

Ce pays est fertile. On se croirait, dit M. Chevalier, dans la boucle du Niger avec tous les arbres caractéristiques du Soudan occidental, à l'exception du Baobab, qui fait défaut au Tchad. Malheureusement, ce pays manque de ressources forestières capables de créer un courant commercial.

Sur les bords du lac Iro se trouvent des tribus vivant au milieu des marécages et curieuses par les types humains qu'elles présentent : leur corps est fluet, mais leurs jambes démesurément allongées en font de véritables échassiers, circulant avec la plus grande facilité à travers les étangs et les boues molles. D'autre part, il n'est peut-être pas de race au monde où le beau sexe arrive à se déformer le visage d'une façon aussi extravagante : chaque oreille est garnie de 5 à 8 anneaux en cuivre : les ailes du nez sont percées et garnies de pailles ou de billettes de bois; les lèvres sont trouées pour supporter des rondelles de bois dont la largeur atteint parfois celle d'une soucoupe.

Le Baguirmi. — M. Chevalier montre combien est variable chaque année la hauteur des crues des rivières du Tchad et combien est aléatoire l'emploi de ces cours d'eau pour la navigation régulière. Cette région se dessèche progressivement, et les transports par eau y deviendront de plus en plus difficiles.

Actuellement, le Baguirmi paraît bien pauvre, si l'on songe à son ancienne splendeur. Son sultan Gaourang reçut la Mission Chevalier avec cordialité. D'ailleurs, l'explorateur Gentil a laissé sur ce sultan, comme sur tous les chefs de l'Afrique centrale, une impression profonde : « J'était perdu, dit-il, quand Allah m'a envoyé un jour Gentil et les Français ». Aussi est-il un allié sûr pour la France.

De la capitale du Baguirmi, la célèbre ville de Massenia, décrite avec tant de soin par Barth, en 1853, il ne reste plus que des ruines envahies par la végétation. Dans cette région, le rôle de la France, pendant longtemps encore, ne pourra être que philanthropique; mais, après avoir supprimé l'oppresseur Rabah, notre devoir est d'aider ce pays à se relever de ses ruines.

Le Tchad. — La flore spontanée est presque exclusivement composée d'arbustes épineux et d'herbes annuelles. L'*Acacia Verek* et l'*Acacia arabica* sont

les deux seules plantes qui aient quelque valeur. L'Autruche y vit par troupeaux de quatre ou cinq individus; elle est domestiquée dans la plupart des villages de la région. Les Aigrettes et les Marabouts vivent par bandes nombreuses vers le bas Chari. Au sud du Tchad, on trouve le Phacochère, le Lièvre d'Egypte et de nombreux oiseaux de rivage. Dans le lac, on trouve des Crocodiles, des Hippopotames et des Lamantins. Notons que les Eléphants n'ont pas encore complètement disparu des maigres steppes avoisinant le Sahara.

Selon M. Chevalier, il est probable qu'à l'époque préhistorique le Chari se prolongeait jusqu'au cœur du Sahara, traversait le désert libyque et s'en allait tomber, comme le Nil, dans la Méditerranée. Partout on trouve des preuves de l'assèchement progressif de ces contrées et de l'envahissement de la zone soudanaise par le climat saharien.

Le 4 octobre, M. Chevalier quittait les îles du Tchad et, le 25 décembre, il arrivait à vingt-deux jours de France par la voie belge, sans avoir rien perdu de ses précieuses collections.

La précision de la méthode de cet explorateur aussi bien que la solidité de ses connaissances scientifiques donnent une grande valeur aux conclusions qu'il a posées et que nous allons maintenant indiquer.

Conclusions. — Les pays parcourus par la Mission et ceux que M. Chevalier avait visités dans ses précédents voyages forment une immense bande de terrains légèrement inclinés vers le nord, couverts de futaies clairsemées et de grandes savanes. Cette *bande soudanaise* s'étend depuis la grande forêt équatoriale jusqu'au désert saharien. D'autre part, elle va des côtes de l'Atlantique au massif abyssin et, par le sud du pays des Somalis, elle s'étend jusqu'à l'Océan indien. De toutes les nations, la France possède dans cette bande le plus vaste empire, car sa domination s'étend sur la Sénégambie et la Guinée française, sur une grande partie du bassin du Niger, et sur la presque totalité du bassin du Chari. Ce pays a pour notre avenir colonial une valeur incontestable, d'autant plus que les peuples du Soudan sont supérieurs aux autres Noirs. Presque tous sont attachés au sol qu'ils ont conquis sur la forêt et qu'ils ont cultivé quand le gibier et les fruits de la brousse ne leur ont plus suffi.

Sans doute, pendant des siècles, la traite des Noirs accumula dans tout le Soudan des ruines effroyables; mais, avec la pénétration française, une ère nouvelle de prospérité a commencé.

L'exploration scientifique du Soudan est assez avancée pour laisser entrevoir les principales ressources naturelles, dont notre commerce pourra tirer profit.

Au sud, dans la zone qui s'étend vers la forêt vierge, se trouvent des lianes à caoutchouc de grande taille, ainsi que les herbes à caoutchouc dont nous avons parlé. On peut y cultiver des arbres fournissant la cola, si recherchée des Noirs, ainsi que des caféiers qui y poussent déjà à l'état sauvage.

La zone moyenne est la plus peuplée. C'est le pays des grandes cultures. C'est de là que nous pourrons peut-être tirer le coton nécessaire à notre industrie. Et l'on sait que cette question, à l'étude de laquelle M. Chevalier s'était particulièrement attaché lors d'un premier voyage au Soudan[1], a sollicité l'attention des planteurs et des tisseurs français.

Enfin, les steppes du nord, où vivent les Autruches et où se rencontrent les acacias donnant la gomme arabique, sont des pays de pâturages et de peuples pasteurs.

Dans chacune de ces trois zones, les ressources naturelles sont identiques, des rives de l'Atlantique aux confins du bassin du Nil. La partie du Soudan étudiée par la Mission Chevalier est celle dont l'évolution est la moins avancée, et c'est aussi celle où la traite des esclaves et les guerres incessantes ont accumulé le plus de ruines. Une longue période d'administration prévoyante est donc nécessaire avant que nous puissions tirer profit de cette région. Mais les territoires de l'Afrique occidentale française, aujourd'hui unifiés, offrent un débouché qui peut suffire à notre activité jusqu'au jour où le bassin du Tchad, à son tour, se présentera dans des conditions plus favorables à la colonisation.

« La France, a dit M. Chevalier en terminant, est le pays des grandes et généreuses entreprises; elle est, en outre, assez riche pour attendre l'époque encore lointaine où elle trouvera en Afrique centrale la récompense de ses efforts. »

E. Caustier.

[1] A. Chevalier : *L'avenir de la culture du cotonnier au Soudan français*. Bulletin de la Soc. d'Acclimat., août 1901.

§ 9. — Enseignement

Les Écoles pratiques d'Agriculture. — Un décret du Ministre de l'Agriculture vient de régler sur de nouvelles bases l'organisation et le fonctionnement des Ecoles pratiques d'Agriculture. Ces écoles, qui avaient été créées en 1875, sont intermédiaires entre les *fermes-écoles*, destinées à former de bons ouvriers et contremaîtres agricoles, et les *Ecoles nationales d'Agriculture*, formant des agronomes, des agriculteurs et des professeurs. Leur but est de donner l'enseignement professionnel agricole aux fils de cultivateurs, propriétaires et fermiers, et en général aux jeunes gens qui se destinent à la carrière agricole.

Une expérience de près de trente années a démontré que le fonctionnement de ces établissements laissait à désirer et qu'ils ne rendaient pas les services qu'on était en droit d'en attendre.

Les causes de cet insuccès, d'après le Rapport ministériel, sont de deux sortes : originelles et professionnelles. Parmi les premières, nous citerons un mauvais choix pour l'emplacement de l'école, une installation insuffisante, le régime adopté pour l'exploitation de la ferme annexée à l'école, etc.

Parmi les causes professionnelles, il faut citer l'insuffisance des aptitudes de certains directeurs et d'un certain nombre de professeurs, dont la valeur n'avait pu être suffisamment appréciée au moment de leur nomination, l'inexpérience pédagogique d'une partie du corps enseignant, et enfin l'application défectueuse des programmes, des cours théoriques et des travaux pratiques.

Afin de remédier à ces inconvénients, le Ministre a décidé que l'Ecole devrait être placée dans un milieu vraiment agricole, où professeurs et élèves puissent avoir constamment sous les yeux des exemples de cultures bien dirigées; que les bâtiments scolaires devraient être à portée de ceux de la ferme, pour que professeurs et élèves soient constamment mêlés à la vie de l'exploitation; enfin que, pour assurer le choix de bons directeurs, il faudrait soumettre les candidats à un concours sur titres.

L'ÉMANATION DU RADIUM

SES PROPRIÉTÉS ET SES CHANGEMENTS

Pour caractériser une matière quelconque, on recherche quelles sont ses propriétés particulières, quelle est l'action de la pesanteur sur cette substance, quelle place elle occupe dans l'espace, enfin si elle change d'état. Si cette substance est gazeuse, on la liquéfie par refroidissement; si elle est liquide ou solide, on la vaporise en l'échauffant. De plus, on cherche à la caractériser par son spectre.

Les dénominations d'*effluve* et d'*émanation*, appliquées aux phénomènes de la radio-activité, possèdent, il faut le reconnaître, quelque chose d'intangible et de mystérieux. Autrefois, on attribuait à l'air atmosphérique des effluves; on a parlé aussi d'émanations terrestres, magnétiques ou stellaires, termes qui s'appliquaient à des phénomènes incompris, qui paraissaient immatériels. Les expériences que nous avons poursuivies avec M. Soddy et avec M. Collie nous ont convaincu que l'émanation qui s'échappe du radium possède les propriétés d'un gaz véritable qui suit la loi de Boyle-Mariotte, d'un corps pesant que l'on peut condenser à très basse température, et qui possède une tension de vapeur, même à la température d'ébullition de l'air atmosphérique.

Nous avons pu mesurer la quantité d'émanation qui s'échappe du bromure de radium dans un temps connu et nous avons pu déterminer la position de ses raies spectrales les plus lumineuses. Nous présentons aujourd'hui le résultat de ces premières expériences.

I

En collaboration avec M. Soddy, nous avons fait une solution de 70 milligrammes de bromure de radium dans l'eau distillée, que nous avons placée dans trois petites ampoules de verre soudées au tube d'une pompe à mercure. Le bromure de radium décompose lentement l'eau de telle sorte que, chaque semaine, nous obtenions, en faisant le vide, environ 8 à 10 centimètres cubes d'un mélange d'oxygène et d'hydrogène formant un mélange tonnant, qui renfermait toujours, cependant, un excès d'hydrogène.

Cette circonstance est encore inexpliquée pour nous, mais elle pose une question à laquelle nous espérons répondre plus tard. Une certaine quantité d'émanation se trouvait, en même temps, mélangée à ce gaz tonnant. Nous avons tout d'abord cherché à en mesurer le volume. Au moyen d'un siphon renversé, nous avons introduit le mélange gazeux dans un eudiomètre auquel était scellé un petit tube vertical à anhydride phosphorique. Ce tube se divisait en deux branches : l'une était fermée par un robinet et communiquait avec une pompe à mercure; l'autre se prolongeait verticalement et était terminée par un tube capillaire jaugé. Entre cette jauge et le tube qui renfermait l'anhydride phosphorique se trouvait une ampoule que l'on pouvait refroidir à volonté au moyen d'air liquide.

Pour réussir cette expérience, il est indispensable d'éviter, dans l'appareil de verre dont les différentes pièces sont soudées les unes aux autres, la plus petite quantité d'azote et d'acide carbonique. Avant d'introduire le gaz tonnant dans le tube eudiométrique, nous avons lavé les appareils avec de l'oxygène pur, et nous avons fait jaillir l'étincelle entre les électrodes de platine pendant plusieurs minutes afin de brûler les poussières que l'appareil pouvait renfermer. Pour absorber les dernières traces d'acide carbonique, nous avons placé une petite quantité de potasse fondue sur la paroi intérieure de l'eudiomètre. Puis, tout l'appareil a été légèrement chauffé avec un bec Bunsen, enfin vidé de gaz au moyen de la pompe à mercure. Lorsque toutes ces précautions ont été prises, nous avons fait arriver le gaz tonnant dans l'eudiomètre et, après avoir fermé le robinet, nous l'avons fait détoner. La petite ampoule a été ensuite refroidie au moyen d'air liquide, et, en fermant le robinet de communication avec la pompe, nous avons introduit le mélange d'hydrogène et d'émanation dans l'ampoule refroidie. Les différents tubes de notre appareil sont capillaires, de telle sorte que la capacité de l'ampoule était bien supérieure à celle des tubes, y compris celui qui renfermait l'anhydride phosphorique.

L'émanation s'est de suite condensée dans l'ampoule, qui, dès lors, a émis une lumière qui permettait de voir l'heure à une montre. En ouvrant le robinet qui mettait l'ampoule en communication avec la pompe à mercure, on a enlevé l'hydrogène jusqu'au moment où le chapelet gazeux descendant de la trompe devenait à peine visible, sauf dans l'obscurité. Il faut bien se garder de prolonger cette évaporation, car l'émanation, condensée dans l'air liquide, possède encore une tension de vapeur notable, et l'on pourrait, en faisant le vide pendant un temps très long, n'en laisser que très

peu dans l'ampoule. Lorsque le vide est fait, on ferme le robinet de la pompe, et, en élevant le réservoir, on laisse entrer, par le bas de l'appareil, du mercure qui traverse l'anhydride phosphorique et qui emprisonne l'émanation. On enlève ensuite l'air liquide, l'appareil s'échauffe et l'émanation prend l'état gazeux. On continue à élever le réservoir afin de comprimer l'émanation dans le tube capillaire; il est facile ensuite de mesurer les volumes à des pressions diverses. Voici les chiffres obtenus :

LONGUEUR DU TUBE en millimètres	VOLUME en millimètres cubes	PRESSION en millimètres	VOLUME × PRESSION
0,95	0,0228	765,8	17,5
1,20	0,0288	644,8	18,6
1,55	0,0372	518,1	19,3
2,30	0,0562	333,4	18,4
2,55	0,0612	309,2	18,9
6,80	0,163	182,4	21,6
11,90	0,372	55,3	20,6

Le volume à la pression normale, déduit de la moyenne de ces chiffres, était de $0^{cm^3},0254$.

D'après cette expérience, l'émanation paraît se comporter comme un gaz ordinaire.

Nous avons répété deux fois cette expérience. La première fois, nous avons remarqué que, de jour en jour, le gaz diminuait de volume. Nous voyions nettement que, à un moment donné, la longueur du tube rempli d'émanation, à une pression constante, ne tardait pas à diminuer avec régularité en conservant sa luminosité. Après trois semaines, il ne restait finalement qu'un dixième de millimètre qui émettait autant de lumière qu'au début de l'expérience. A cette époque la colonne de gaz n'était qu'un point lumineux; lorsque l'expérience dure un mois, toute la lumière a disparu. En abaissant ensuite le mercure, afin de faire le vide dans l'appareil et en l'échauffant légèrement, nous avons obtenu une quantité de gaz qui représentait, à peu près, quatre fois le volume originel de l'émanation et qui donnait le spectre de l'hélium.

II

L'émanation ressemble aux gaz de la famille de l'argon ; elle résiste à tous les agents chimiques. Il est vraisemblable que sa molécule est mono-atomique et que, en conséquence, son poids atomique est le double de sa densité (H = 1). Nous ne connaissons pas sa densité exactement; mais des expériences poursuivies de divers côtés indiquent une valeur voisine de 80 : ce qui correspond à un poids atomique voisin de 160. Le poids atomique du radium étant de 225, d'après les recherches de Mme Curie, on peut en déduire que chaque atome du radium ne peut produire plus d'un atome d'émanation. Pour déterminer le rapport entre la quantité du radium et la quantité d'émanation qu'il produit, il est nécessaire de connaître le volume occupé par le radium, en le regardant comme un gaz mono-atomique. Pour 1 gramme de radium, le chiffre est :

$$\frac{(2 \times 11,2)}{225} = 0,1 \text{ litre} = 10^5 \text{ millimètres cubes.}$$

Nous avons trouvé que chaque gramme de radium donne 3×10^{-6} millimètres cubes par seconde. Et, si un atome de radium ne fournit qu'un atome d'émanation, λ, la proportion du radium qui se transforme par seconde, est 3×10^{-11}. La proportion qui se transformerait en une année est donc $9,5 \times 10^{-4}$, c'est-à-dire un peu moins que la millième partie de son poids. La vie moyenne de l'atome de radium est, en conséquence, $\frac{1}{\lambda} = 3,3 \times 10^{10}$ secondes, soit 1.050 années. Une seconde expérience nous a donné le chiffre de 1.150 années.

On peut aussi déduire des mesures de M. et Mme Curie et de celles de Rutherford que la chaleur qui est émise par 1 centimètre cube d'émanation est 3.600.000 fois plus grande que celle qui est fournie par l'explosion d'un égal volume de gaz tonnant.

En collaboration avec M. Collie, nous avons mesuré les longueurs d'onde des lignes du spectre de l'émanation. Les voici :

LONGUEURS D'ONDE	REMARQUES
6.350	A peine visible.
6.307	Faible, disparaît rapidement.
5.975	» » »
5.955	» » »
5.890	Faible.
5.854	»
5.805	Forte, persiste.
5.725	Assez forte, persiste.
5.595	Très forte, persiste.
5.580	Faible.
5.430	»
5.393	»
5.105	Très forte, persiste.
4.985	» »
4.966	Forte, disparaît après quelque temps.
4.690	Faible, disparaît rapidement.
4.650	Faible (ces lignes ont été enregistrées
4.630	dans une seule expérience).

Nous avons rencontré, en même temps, les lignes du mercure et de l'hydrogène; nous les donnons ci-dessous :

	LONGUEUR MESURÉE	LONGUEUR D'ONDE
H.	6.567	6.563
Hg	5.790	5.790
Hg	5.768	5.769
Hg	5.465	5.461
H.	4.865	4.861
Hg	4.360	4.359

Nous ferons remarquer que l'erreur ne dépasse

pas quatre unités Angström. Nous avons observé par deux fois le spectre de l'émanation. Il ne dure pas très longtemps, car, à cause de l'humidité qui se trouve dans le tube, le spectre de l'hydrogène ne tarde pas à s'accentuer et à masquer le spectre de l'émanation. Nous ferons remarquer que, pour obtenir ce spectre, il faut prendre de grandes précautions, que l'expérience est très délicate et que nous n'avons pu la réussir qu'après six mois de vaines tentatives. Mais, dès le début de l'expérience, ce spectre est très beau, ses lignes sont nettes et il rappelle les spectres des gaz de la série de l'argon.

Ainsi, l'émanation est un gaz sans activité chimique; il possède un spectre semblable à ceux des gaz inertes de l'air; il est visible, grâce à sa luminosité, et, comme les autres gaz, il suit la loi de Boyle-Mariotte. Nous nous proposons de le nommer *exradio*.

III

La production de l'hélium au moyen de ce gaz a été observée, non seulement par nous, mais encore par M. Deslandres et par Hendricson. Or, lorsqu'un composé, par exemple l'azotate d'argent, fournit de l'argent par électrolyse, on dit que ce composé contient de l'argent. Peut-on dire que le radium contient de l'émanation, c'est-à-dire le gaz exradio, et que l'exradio contient de l'hélium? Je pense que non. Dans le premier cas, en dissolvant de l'argent dans l'acide azotique, on peut reproduire l'azotate d'argent; mais on n'a pas réussi à reproduire le radium en partant de l'exradio, ni l'exradio en partant de l'hélium. Mais on peut objecter que nous ne possédons pas tous les constituants de l'exradio. Ne serait-il pas possible qu'en ajoutant à l'hélium la substance qui se dépose comme enduit sur les parois de nos tubes, il se ferait une combinaison qui donnerait l'exradio? Cependant, il y a un constituant qu'il ne faut pas oublier, qui est l'énergie.

Pour obtenir la combinaison des constituants de l'exradio, il faudrait remplacer l'énorme quantité d'énergie que l'exradio a perdue en se décomposant. En outre, il faut aussi pouvoir remplacer les électrons qui se sont échappés pendant la décomposition. Si l'on pouvait constater qu'après la perte des électrons, qui forment, d'après J.-J. Thomson et d'autres, l'électricité négative, le résidu ne possède pas une électrisation positive, on ne pourrait pas soutenir que, en perdant des électrons, la substance ne soit devenue neutre, c'est-à-dire qu'elle ne contienne un excès, soit d'électricité positive, soit d'électricité négative. Si une charge d'électricité positive de cette matière n'indique que la perte des électrons, on peut comprendre qu'en se transformant, les nouvelles matières contiennent une quantité plus faible d'électrons, mais encore suffisante pour les rendre électriquement neutres.

Quoique les analogies tirées de la Chimie ordinaire ne suffisent pas pour représenter complètement ces phénomènes nouveaux, elles peuvent néanmoins nous servir à préciser nos idées. Il est possible d'enlever le chlore du chlorure d'ammonium; dans ce cas, on devrait obtenir le groupement AzH^4; mais ce groupement est peu stable, même en combinaison avec le mercure. Il ne tarde pas à se décomposer en ammoniac et hydrogène. Pour reconstituer le composé AzH^4Cl, il est nécessaire de suivre un chemin beaucoup plus long. Il faut d'abord combiner le chlore avec l'hydrogène, puis faire réagir l'acide chlorhydrique sur l'ammoniac. Nous pouvons opérer ces transformations, mais jusqu'ici nous ne pouvons opérer des changements semblables avec le radium et ses produits de décomposition.

Je pense, cependant, que nous ne devons pas abandonner ces tentatives sans essayer de faire pénétrer les électrons qui s'échappent de l'exradio dans d'autres corps. Les essais que nous avons poursuivis jusqu'ici dans cette voie ne nous ont pas donné de résultats; je n'ose pas assurer qu'ils réussiront : mais la difficulté de ces expériences est encore augmentée par la petite quantité de matière transformée. J'estime, cependant, que nous devons suivre cette voie pour obtenir quelques résultats dans cette question difficile.

Dans tous les cas, nous ne devons pas oublier la citation faite par M. Moissan, dans son Traité de Chimie, de cette phrase déjà ancienne, écrite par Lavoisier : « Si nous attachons au nom d'*éléments* ou de *principes* des corps l'idée du dernier terme auquel parvient l'analyse, toutes les substances que nous n'avons pu encore décomposer par aucun moyen sont pour nous des éléments; non pas que nous puissions assurer que ces corps, que nous regardons comme simples, ne soient pas eux-mêmes composés de deux ou même d'un plus grand nombre de principes; mais, puisque ces principes ne se séparent jamais, ou plutôt puisque nous n'avons aucun moyen de les séparer, ils agissent à notre égard à la manière des corps simples et nous ne devons les supposer composés qu'au moment où l'expérience et l'observation nous en auront fourni la preuve[1] ».

Sir William Ramsay,
Membre de la Société Royale de Londres,
Correspondant de l'Institut
Professeur à University College (Londres).

[1] Communication présentée à l'Académie des Sciences *C. R.*, t. CXXXVIII, p. 1388.

CONSERVATION ET UTILISATION DE L'ÉNERGIE

PREMIÈRE PARTIE : PRINCIPES GÉNÉRAUX

Tous ceux qui s'intéressent aux sciences physico-chimiques sont au courant de l'espèce de malentendu qui existe entre les chimistes et les physiciens, ou, plus exactement, entre les thermochimistes et les thermodynamistes.

Les uns, continuant à penser que le sens des transformations est donné dans le domaine chimique par le principe du travail maximum tel qu'il a été énoncé par M. Berthelot, y apportent, avec l'éminent chimiste, les restrictions nécessaires pour le faire cadrer avec l'expérience, au risque d'en diminuer par ces restrictions l'utilité pratique; les autres, remarquant qu'il n'est point d'accord avec les principes de la Thermodynamique, formulent une règle plus générale, moins impérative il est vrai, mais susceptible de s'appliquer à toutes les transformations, qu'elles soient d'ordre physique ou chimique.

Les premiers objectent alors que la nouvelle quantité introduite par les thermodynamistes est malaisée à connaître et même à définir, qu'elle se prête mal aux déterminations expérimentales, et qu'elle exige enfin la considération d'une nouvelle fonction, *l'entropie*, en partant d'une notion obscure, la réversibilité, phénomène difficile lui-même à concevoir. Peut-on songer à introduire dans l'enseignement une règle aussi compliquée, basée « sur un concept si prodigieusement abstrait[1] »? C'est ce que j'ai essayé de faire dans cette étude.

Je crois qu'on peut ainsi, tout en employant un langage assez simple au point de vue des calculs pour qu'il puisse être tenu dans un enseignement élémentaire, introduire des notions exactes et préciser les approximations que l'on est amené à faire dans la pratique.

J'imagine que ceux des chimistes qui ont été rebutés par des calculs trop longs ou des notations trop compliquées trouveront là une indication qui ne leur sera pas inutile, et qui pourra tout au moins leur servir de point de départ pour l'exploration du domaine qui leur est commun avec les physiciens.

I. — Conservation de l'énergie.

L'expérience nous montre que les manifestations d'ordre calorifique, cinétique, lumineux, électrique, etc., sont susceptibles de se transformer les unes dans les autres.

Ainsi, nous assistons, dans certains cas, à une disparition de chaleur; mais, alors, une autre manifestation apparaît : du travail mécanique, par exemple ; c'est ce qui se produit dans les machines à vapeur. Dans d'autres circonstances, le travail mécanique, le mouvement, semblent se détruire; mais on assiste, soit à un développement calorifique (dans l'expérience classique du frottement), soit à une production électrique (s'il s'agit d'une machine dynamo que l'on fait tourner). Bref, l'expérience nous montre que ces manifestations sont susceptibles de se substituer les unes aux autres en se transformant, ce qui nous amène à penser qu'elles sont les différentes formes d'une cause commune à laquelle nous donnerons le nom d'*énergie* ou mieux d'énergie *sensible* ou *externe*.

Mais, s'il en est ainsi, on conçoit qu'on puisse mesurer chacune de ces manifestations, afin de connaître les grandeurs de chacun de ces modes d'action qui sont susceptibles de se substituer les uns aux autres, de se remplacer, lorsqu'un de ces modes vient à disparaître, en un mot de présenter entre eux une *équivalence* caractérisée par un rapport constant.

Cette constatation a été faite tout d'abord en ce qui concerne les modes mécanique et calorifique, et l'on a reconnu par l'expérience que la condition précédente est satisfaite lorsque l'action mécanique est évaluée en travail[1] (par exemple en kilogrammètres ou en ergs) et l'action calorifique en quantités de chaleur (par exemple en calories) : on a trouvé, en effet, que *une* calorie est équivalente à 425 kilogrammètres, c'est-à-dire que les transformations se font suivant ce rapport et que la disparition de 1 calorie est accompagnée d'une production de 425 kilogrammètres, ou que l'apparition de 1 calorie est concomitante de la perte de 425 kilogrammètres; en ce sens, ces quantités sont équivalentes.

De telle sorte que si, dans une transformation, il se produit seulement des manifestations calorifiques et mécaniques mesurées par un certain nombre de calories dégagées Q et par un certain nombre de kilogrammètres $\mathfrak{T}$ (travail effectué

[1] Poincaré : Congrès international de Physique de 1900.

[1] Au travail proprement dit, on joint, pour évaluer ce que nous appelons l'action mécanique, l'accroissement de la force vive $\left(\frac{1}{2}mv^2\right)$, si cette grandeur a subi elle-même une variation.

contre les forces extérieures), il sera inutile, au point de vue de l'énergie mise en jeu, d'envisager séparément ces deux nombres; on pourra les réunir en remplaçant les kilogrammètres par le nombre de calories qui est équivalent, c'est-à-dire qui résulterait de la transformation, *si, par un dispositif convenable*, on la réalisait intégralement; la manifestation énergétique aura donc été de :

$$\frac{\mathcal{T}}{425} + \mathcal{Q} \quad \text{calories}$$

ou de :

$$\mathcal{T} + 425\,\mathcal{Q} \quad \text{kilogrammètres.}$$

De même, pour évaluer une certaine richesse, il sera inutile d'indiquer séparément la valeur de l'or et de l'argent; on pourra se borner à connaître la valeur totale, dans les conditions où le change serait effectué intégralement, ou d'après l'équivalence de l'or et de l'argent.

Ce mode de raisonnement a été étendu aux autres genres d'actions énumérés plus haut et il constitue l'application du principe de l'équivalence, que l'on a énoncé d'abord pour une transformation particulière et que l'on a graduellement généralisé. En considérant ainsi ces manifestations lumineuses, calorifiques, cinétiques, électriques... comme les différentes formes d'une même cause commune qui se conserve sous ces multiples apparences, nous appliquons déjà le principe de la conservation de l'énergie.

Mais ce terme peut être employé aussi dans un autre sens, qu'il est bon de préciser de peur d'apporter quelque confusion dans la question.

Il arrive, dans de multiples circonstances, que nous assistons à des transformations, telles que le changement d'état d'un corps, une modification de structure, une déformation, un écrouissage, une action chimique de plusieurs corps en présence, etc., transformations qui sont accompagnées extérieurement d'une production de travail, d'une variation de force vive, d'un dégagement de chaleur, d'électricité.., bref, d'une production d'énergie extérieure que nous savons mesurer.

Le corps ou le système de corps s'est modifié, mais nous ignorons la nature intime de ces modifications : nous ne savons pas mesurer les travaux internes effectués (si toutefois ce terme a un sens précis) et, d'une manière générale, la quantité d'énergie qui correspond à cette transformation; nous sommes donc dans l'impossibilité de vérifier le principe énoncé plus haut; nous pouvons néanmoins le généraliser, comme Clausius l'a montré *par l'interprétation des expériences relatives à l'équivalence*, et dire que, si de l'énergie extérieure a pris naissance, c'est qu'il y a intérieurement quelque chose qui diminue d'une quantité égale, et ce quelque chose, c'est ce que nous appellerons l'*énergie interne*, sans attacher à ce mot d'énergie interne d'autre sens que celui qui résulte de la définition, à savoir que c'est une grandeur qui varie en sens inverse de l'énergie extérieure développée et d'une quantité précisément égale; elle reprend, d'ailleurs, la même valeur lorsque le corps ou, d'une manière générale, le système revient à son état initial; elle a donc, pour chaque état, une grandeur parfaitement déterminée, ainsi qu'il résulte du raisonnement de Clausius, qui n'a fait que traduire analytiquement, en les généralisant, les résultats de l'expérience.

Si alors nous appelons énergie totale mise en jeu[1] la somme de l'énergie extérieure produite et de l'énergie interne, on voit que, par définition, cette somme est constante, et, en ce sens encore, nous pouvons dire que l'énergie se conserve; mais il faut voir surtout là, avec l'extension de ce que nous avons dit plus haut, le choix d'une notation propre à simplifier les énoncés et d'une définition *que l'expérience rendait légitime.*

Le terme *énergie* prête souvent à des confusions, car il est considéré par bien des personnes comme impliquant une production toujours possible de travail mécanique en quantité équivalente; c'est là une idée inexacte, car les différentes formes de l'énergie ne sont pas également transformables en travail; cette transformation est soumise à certaines conditions, à certaines restrictions qui dérivent d'un autre principe (principe de Carnot), et il faut abandonner l'idée de la transformation intégrale.

Lorsqu'un corps ou un système de corps se modifie par des voies différentes, et qu'en même temps une certaine quantité d'énergie apparaît sous diverses formes (travail, chaleur, etc.), cette énergie externe, dans sa totalité, n'est pas, par un mode spécial de transformation, intégralement transformable en travail; cette propriété n'est dévolue qu'à une partie de cette énergie seulement et dans un cas que nous préciserons; dans le chapitre suivant, nous envisagerons spécialement cette fraction, qui peut d'ailleurs devenir supérieure à l'unité.

Au surplus, la confusion que nous signalons vient du sens dans lequel on emploie ordinairement ce mot *énergie* dans le langage courant, et nous n'avons rien dit plus haut qui puisse justifier ce sens particulier; pour nous en assurer, nous n'avons qu'à résumer les définitions employées : nous avons appelé *énergie extérieure* la somme

[1] Cette expression *d'énergie totale mise en jeu dans une modification* ne doit pas être confondue avec *l'énergie totale d'un système*, expression par laquelle on désigne la somme de l'énergie interne et de la force vive de ce système, en faisant abstraction de ce qui lui est extérieur (chaleur dégagée et travail produit); cette énergie totale reste constante si le système est isolé, c'est-à-dire s'il n'y a ni dégagement de chaleur, ni production de travail à l'extérieur.

des différents modes d'énergie qui prennent naissance et que nous savons évaluer directement; nous avons calculé cette somme en ramenant chacun des termes à une unité équivalente; mais nous n'avons rien dit qui impliquât une transformation réelle dans les circonstances où nous nous trouvions (pas plus qu'en évaluant la richesse dont il a été parlé, nous ne faisions intervenir la conversion réelle en une seule des matières monnayées).

Nous avons enfin appelé *énergie interne*, ou plutôt variation de l'énergie interne, une quantité égale et de signe contraire à l'énergie externe apparue, et, pour écarter toute hypothèse, nous n'avons rien dit de plus sur cette énergie interne; nous savons seulement qu'en raison de sa définition (que l'expérience rendait possible) elle a une valeur déterminée pour chaque état du corps et qu'elle fournit avec l'énergie externe un total constant; nous avons ainsi généralisé l'idée d'équivalence dans le principe de la conservation de l'énergie.

II. — Sens des transformations isothermiques.

Si nous imaginons un système que je désignerai par α, constitué par des corps A, B, C, primitivement en équilibre, mais dans lequel on a opéré des changements de condition pouvant modifier cet équilibre, on peut, en général, concevoir des actions chimiques ou physiques, c'est-à-dire soit des combinaisons de ces corps entre eux ou des décompositions, soit des changements d'état, d'une manière générale des modifications qui conduisent à d'autres systèmes que j'appellerai α_1, α_2, α_3, ...; ils sont ou non des états d'équilibre; mais nous supposerons qu'ils sont susceptibles, dans tous les cas, de le devenir, moyennant une modification convenable des actions extérieures.

Nous pouvons nous demander quel est, parmi tous ces systèmes, celui qui se réalisera et par quelle modification il sera réalisé : l'état actuel de la science ne nous permet absolument pas de répondre à cette double question.

Il nous faut donc restreindre l'étendue du problème posé. Nous pouvons, par exemple, nous demander si, parmi ces systèmes, il y en a qui ne se réaliseront certainement pas, tandis que les autres seront possibles.

Ce problème, moins général, a néanmoins quelque intérêt, et, à la question ainsi posée, la Thermodynamique permet de répondre; voici comment elle parvient à ce résultat :

Lorsque deux systèmes M et N, soumis aux conditions indiquées plus haut, peuvent être considérés comme susceptibles de dériver l'un de l'autre par une certaine modification, la Thermodynamique nous permet de dire si, étant donné l'état M, la modification en question donnant l'état N est impossible, et, s'il en est ainsi, l'application de la même règle ou du même critérium nous indique alors, comme conséquence de la précédente impossibilité, que la transformation de l'état N en l'état M dans les mêmes conditions n'est pas impossible, de telle sorte qu'étant donnés les deux états M et N ainsi reliés, il y a toujours un sens dans lequel la transformation n'est pas impossible, ou du moins n'est pas incompatible avec cette règle, ce qui permet de les ranger dans l'ordre suivant lequel ces deux états sont seulement susceptibles de se succéder[1].

En appliquant alors ce critérium, nous pourrons diviser les états α_1, α_2, α_3, α_4, ... en deux groupes, tels que la réalisation des états du premier groupe à la suite de l'état α soit incompatible avec la règle formulée; ce seront, par exemple, α_1, α_3, α_5, ..., α_{2k+1}; les autres, α_2, α_4, α_6, ..., α_{2k}, pourront se réaliser à la suite de l'état α, mais ne sont pas susceptibles, au contraire, de le précéder; nous ne pouvons pas, d'ailleurs, dans l'état actuel de nos connaissances, dire lequel de ces états sera réalisé, ni même si aucun d'eux se réalisera, la règle nous donnant une condition de possibilité et non de nécessité.

Toutefois, nous pouvons diminuer une partie de cette sorte d'indétermination en indiquant une certaine tendance par les considérations suivantes :

Imaginons que, parmi ces systèmes, l'un d'eux, α_{2k}, soit réalisé, et, s'il s'agit d'un état d'équilibre, qu'on vienne à modifier les actions extérieures de façon à changer à nouveau cet état d'équilibre; supposons, en outre, ce qui est une hypothèse, que les états α_2, α_4, ..., soient encore des états dont on puisse sans absurdité imaginer la production après α_{2k} soit dans ces nouvelles conditions[2], soit dans les conditions initiales, si α_{2k} n'est pas un état d'équilibre : l'application du même critérium nous

[1] Remarquons, dès maintenant, que nous parlons seulement de *possibilités*, car la condition nécessaire peut ne pas être suffisante; on verra plus loin l'importance de cette remarque.

[2] Cette circonstance pourra se présenter en particulier dans des réactions chimiques où le nombre des combinaisons possibles est assez limité et où les mêmes états sont souvent compatibles avec différentes conditions extérieures. Un exemple, tiré du domaine chimique, nous montrera que, dans certains cas, un état dont la réalisation ne présenterait aucune contradiction dans les conditions initiales, ne pourrait sans absurdité être envisagé après une première transformation : ainsi, supposons qu'une réaction puisse donner lieu, soit (état α_2) à la formation d'un sous-chlorure avec production d'un excès de chlore, soit (état α_4) à la formation d'un perchlorure; la réalisation de α_2 ou de α_4 peut être envisagée initialement sans absurdité; mais, si α_2 se réalise d'abord et si le chlore se dégage dans les conditions de l'expérience ou s'il ne demeure pas au contact du sous-chlorure, l'état α_4 ne peut plus être parmi ceux dont on étudiera la possibilité après α_2; il n'en serait pas de même si le gaz chlore continuait à surmonter le sous-chlorure précédemment formé.

permettra d'indiquer, parmi les états de ce même groupe, quels sont ceux qui peuvent être réalisés après α_{2k}, quels sont ceux qui ne peuvent, dans aucun cas, lui succéder, et qui alors (en vertu des hypothèses) sont susceptibles de le précéder; de telle sorte qu'en continuant à raisonner de la même manière, on classera[1] tous ces états dans l'ordre où ils peuvent se manifester :

$$\alpha \qquad \alpha_2 \qquad \alpha_4 \qquad \alpha_6 \qquad \ldots \qquad \alpha_{2n}.$$

Nous formulerons alors la réponse suivante, qui, quelque incomplète qu'elle soit, rendra encore des services : A la suite de l'état α, il peut seulement se manifester un des états inscrits à la droite de α, état qui pourra seulement donner lieu ensuite à un des autres systèmes inscrits à sa propre droite, et ainsi de suite sans qu'il y ait nécessité pour l'un quelconque d'entre eux de se réaliser.

Il y aurait donc là une tendance dans un sens déterminé[2] et nous pourrions, jusqu'à un certain point, dire que l'état α tend vers l'état α_{2n}, pourvu que nous nous rendions bien compte de ce que cette expression contient d'arbitraire, car il se peut que les états intermédiaires soient réalisés et maintenus pendant un temps quelconque[3].

Après avoir précisé les restrictions qu'il faut apporter au sujet de la prévision des transformations, il nous reste à formuler maintenant le critérium dont nous avons parlé, et à donner la règle qui nous permettra de connaître le sens des changements possibles; pour simplifier, nous nous bornerons, d'ailleurs, au cas d'une modification isothermique, c'est-à-dire au cours de laquelle la température ne varie pas; cette règle, qui dérive de l'inégalité Carnot-Clausius, est la suivante :

Pour deux états, M et N, soumis aux conditions indiquées plus haut, et qui pourraient dériver l'un de l'autre par une modification réelle, la transformation n'est possible que dans le sens où elle donnera naissance à un travail externe[1] *inférieur à une certaine limite*[2], *qui est calculable suivant les états extrêmes M et N et qui représente, s'il existe un mode réversible isotherme de transformation permettant de réaliser le même changement, le travail externe que l'on obtiendrait au cours de cette modification réversible isotherme.*

Ou encore, ce qui revient au même, comme nous le démontrerons :

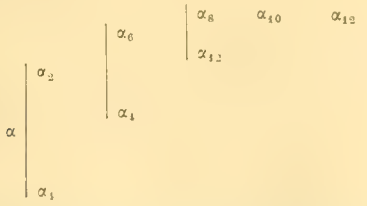
La transformation n'est possible que dans le sens où elle donnera lieu à un dégagement de chaleur supérieur à une certaine limite, qui représente la chaleur dégagée par ce même changement, si on le réalisait par un mode réversible isothermique.

Quant au mode réversible que nous introduisons à ce propos, c'est celui qui est constitué par une suite d'états d'équilibre où, à chaque instant, le système peut se maintenir, ce qui fait qu'une telle modification ne se réalisera jamais spontanément; c'est une conception limite, dont certains phénomènes physiques ou chimiques, tels que la vaporisation, ou la dissociation, nous donnent seulement une idée, et c'est l'ensemble de cette suite d'états d'équilibre que nous désignons par ce nom de *modification réversible.*

Il peut exister de multiples voies réversibles pour réaliser un changement donné; si, parmi elles, il y en a une qui soit isotherme, alors l'expression limite dont nous avons donné la valeur prend une signification particulière; c'est le travail externe ou l'effet utile que l'on obtiendrait par voie *réversible* et à la *température constante T;* nous désignerons donc, pour simplifier, ce terme par $\mathfrak{E}_{RT}$ et nous l'introduirons d'une manière générale dans les énoncés; mais nous ne lui donnerons sa signification

[1] Si à α_{2k} peuvent succéder des états d'équilibre autres que ceux qu'on avait envisagés à partir de α, on les intercalera aussi dans la suite, à la droite de α_{2k}.

[2] Nous avons supposé, pour former cette suite, que les différents états pouvaient être reliés entre eux par des modifications réalisables, autrement dit, nous avons supposé l'existence d'un chemin propre à effectuer ces transformations : c'est là une hypothèse arbitraire; s'il n'en est pas ainsi, on arrivera à constituer, non pas une suite unique, mais une série de suites formant un ensemble analogue au tableau ci-joint, sur lequel apparait, sans qu'il soit nécessaire d'insister davantage, une tendance vers un nombre fini d'états, qui sont ici α_4 et α_{12}.



[3] On peut, d'ailleurs, faire un raisonnement analogue en fixant son attention, non pas sur un état d'équilibre α_{2k}, mais sur un état intermédiaire quelconque (pourvu qu'il soit susceptible d'être transformé en état d'équilibre par un changement de condition extérieure), et l'on mettra ainsi en évidence, au cours de la modification, une pareille tendance.

[1] Nous supposons, en outre, pour simplifier l'énoncé, qu'il n'y a pas de changement de vitesse ou de variation de force vive, au cours de la modification; cette hypothèse n'apporte, d'ailleurs, aucune restriction à la règle indiquée, car, s'il y avait une variation de force vive, le terme correspondant se joindrait au travail externe pour constituer *l'effet utile*, qui, dans ce cas, comprendrait le travail proprement dit et l'accroissement de la demi-force vive.

[2] Cette valeur limite, que ne peut atteindre le travail externe, s'obtient en soustrayant de la variation de l'énergie interne le produit de la température absolue par la variation de l'entropie de ce même système. Quant à la variation d'entropie entre deux états, c'est la quantité que l'on obtient en divisant à chaque instant la chaleur fournie par la température réalisée à ce moment, au cours d'une modification réversible, permettant de passer de l'un à l'autre de ces états; on obtiendrait, d'ailleurs, le même résultat, quel que soit le mode réversible (isotherme ou non) que l'on imagine pour passer d'un de ces états à l'autre (principe de Carnot).

particulière que s'il existe une voie réversible isotherme.

Pour mieux comprendre la signification de la règle énoncée au paragraphe précédent, précisons de la façon suivante ce qui est relatif aux transformations, que nous supposerons isothermiques, comme il a été dit.

Soit le passage de l'état M à l'état N : on peut imaginer qu'il soit réalisé d'une foule de façons, suivant les conditions que nous imposons à certaines variables (par exemple la pression) pendant la modification.

Prenons d'abord un premier mode, au cours duquel il se produit un travail extérieur $\mathcal{T}_1$ et un dégagement de chaleur $\mathcal{Q}_1$.

Imaginons maintenant un second mode, pendant lequel, à cause des conditions extérieures différentes, il se produit un travail extérieur $\mathcal{T}_2$ et un dégagement de chaleur $\mathcal{Q}_2$.

L'énergie externe mise en jeu a, d'ailleurs, la même valeur dans les deux cas, en raison du principe de la conservation de l'énergie, et l'on a :

$$\frac{\mathcal{T}_1}{425} + \mathcal{Q}_1 = \frac{\mathcal{T}_2}{425} + \mathcal{Q}_2.$$

De même, nous pouvons imaginer une autre voie de transformation qui donnerait $\mathcal{T}_3$ en travail externe et $\mathcal{Q}_3$ en chaleur dégagée, la somme $\frac{\mathcal{T}_3}{425} + \mathcal{Q}_3$ ayant encore la même valeur que les sommes semblables.

Puisque cette somme est constante, si le terme $\mathcal{T}_3$ diminue, $\mathcal{Q}_3$ augmente ; et même, si $\mathcal{T}_3$ devient négatif, c'est-à-dire si nous fournissons du travail, la quantité de chaleur dégagée pourra augmenter indéfiniment ; si, au contraire, $\mathcal{T}_3$ augmente, $\mathcal{Q}_3$ diminue, et il semble que nous puissions faire croître autant que nous le voudrons le travail extérieur produit, à condition de diminuer la chaleur dégagée et même de prendre des voies qui correspondraient à des absorptions croissantes de chaleur.

Il n'en est rien ; il y a une limite que l'on ne peut dépasser, et le travail externe produit est toujours inférieur à une certaine valeur que nous avons désignée par $\mathcal{T}_{RT}$ et qui est un maximum ; pareillement, le dégagement de chaleur ne peut jamais descendre au delà d'une certaine limite, que nous appellerons de même $\mathcal{Q}_{RT}$, qui est un minimum.

La condition de possibilité d'une transformation est donc que $\mathcal{T}_{RT} - \mathcal{T}$ ou que $\mathcal{Q} - \mathcal{Q}_{RT}$ soient positifs. Quant à $\mathcal{Q}_{RT}$, nous ne savons rien au sujet de son signe[1].

Ainsi, dans les exemples précédents, les quantités de chaleur dégagées $\mathcal{Q}_1$, $\mathcal{Q}_2$, $\mathcal{Q}_3$ étaient susceptibles de varier et de donner naissance, par leurs variations, à du travail extérieur ; elles étaient, en plus ou moins grande proportion, transformables en travail externe suivant les conditions de la modification, mais elles n'étaient pas intégralement transformables ; et nous pouvons dire, si $\mathcal{Q}_{RT}$ est positif (ce qui est le cas habituel dans les actions chimiques), qu'elles contenaient une partie $\mathcal{Q}_{RT}$, qui n'était pas susceptible, quel que fût le mode employé, de se résoudre en travail externe et de donner autre chose que de la chaleur ; c'est de la chaleur *intransformable* au cours du changement en question et quel que soit le mode employé.

Il pourrait arriver aussi que $\mathcal{Q}_{RT}$ fût négatif ; dans ce cas, cette grandeur désigne la quantité maximum de chaleur qu'il faut fournir sous forme de calories au cours de la modification ; on peut alors recueillir un travail externe correspondant à la diminution de l'énergie interne et à la chaleur fournie ; l'énergie utile est, cette fois, plus grande que la diminution de l'énergie interne, grâce à l'apport de chaleur provenant en somme du milieu ambiant, et se transformant en travail par le mécanisme même de l'action réalisée ; les réactions chimiques, dont certaines piles sont le siège, nous en fournissent des exemples. Comme cas intermédiaire, il peut arriver que $\mathcal{Q}_{RT}$ soit nul, et alors la transformation pourra s'opérer à température constante, sans qu'il y ait de chaleur dégagée ou absorbée, et le travail externe, qui représentera cette fois l'énergie externe, sera exactement égal à la diminution de l'énergie interne.

Mais, dans le cas général, l'énergie extérieure développée :

$$\frac{\mathcal{T}}{425} + \mathcal{Q}$$

n'est pas totalement transformable en travail ; cette propriété n'appartient qu'à une partie de cette énergie qui a reçu, pour cette raison, le nom *d'énergie utilisable*.

Nous pouvons dire encore qu'une modification n'est possible que si elle peut donner naissance à de l'énergie utile (travail, mouvement) en quantité inférieure à l'énergie utilisable ainsi définie ; elle pourra, d'ailleurs, donner des quantités très variables, suivant le mode de transformation ou suivant les conditions imposées.

Il y a même une circonstance (et c'est celle où se placent habituellement les chimistes, sinon pour étudier la production des réactions, du moins

[1] Nous ne savons rien non plus, en général, sur le signe de $\mathcal{T}_{RT}$; toutefois, s'il s'agit d'une modification réalisable sans production de travail externe, on a $\mathcal{T} = o$, et la condition de possibilité signifie que, dans ce cas, le travail qui serait recueilli, si on réalisait la même transformation par voie réversible, serait forcément positif.

pour mesurer leur énergie) où la transformation se produit au sein de la bombe calorimétrique[1], dans des conditions où il n'y a ni production de travail extérieur, ni apparition d'une autre forme d'énergie telle que : électricité, lumière, etc. ; alors toutes ces énergies disponibles se transforment en chaleur, et le dégagement calorifique correspond à la somme de deux termes, l'un qui provient de la transformation de $\mathfrak{T}_{RT}$, et l'autre qui représente $\mathfrak{Q}_{RT}$; c'est la limite vers laquelle tend le second terme de l'expression de l'énergie extérieure :

$$\frac{\mathfrak{T}_3}{425} + \mathfrak{Q}_3, \quad \frac{\mathfrak{T}_2}{425} + \mathfrak{Q}_2, \quad \frac{\mathfrak{T}_1}{425} + \mathfrak{Q}_1, \quad \frac{\mathfrak{T}_0}{425} + \mathfrak{Q}_0,$$

lorsque $\mathfrak{T}_0$ diminue et devient nul, la somme de ces deux termes ayant une valeur constante égale à :

$$\frac{\mathfrak{T}_{RT}}{425} + \mathfrak{Q}_{RT};$$

si alors le travail $\mathfrak{T}_0$ est égal à zéro, la chaleur dégagée $\mathfrak{Q}_0$ sera donnée par :

$$\mathfrak{Q}_0 = \frac{\mathfrak{T}_{RT}}{425} + \mathfrak{Q}_{RT}$$

ou par :

$$q_0 + \mathfrak{Q}_{RT},$$

en désignant par q_0 la chaleur transformable, qui, par la condition énoncée, est essentiellement positive.

Nous pouvons, de même, faire, dans chacune des quantités $\mathfrak{Q}_3$, $\mathfrak{Q}_2$, $\mathfrak{Q}_1$, la séparation des deux termes dont il est question, puisque chacune de ces grandeurs est constituée par la chaleur Q_{RT}, à laquelle s'est ajoutée celle qui équivaut à la portion de travail externe qui n'apparaît pas sous cette forme utile; en désignant par q_3, q_2, q_1 cette dernière partie, on a :

$$\begin{aligned} \mathfrak{Q}_3 &= q_3 + \mathfrak{Q}_{RT}, \\ \mathfrak{Q}_2 &= q_2 + \mathfrak{Q}_{RT}, \\ \mathfrak{Q}_1 &= q_1 + \mathfrak{Q}_{RT}, \\ \mathfrak{Q}_0 &= q_0 + \mathfrak{Q}_{RT}. \end{aligned}$$

De sorte que, pour chacun des modes de transformation dont nous avons parlé, la production d'énergie externe sera :

Sous forme de travail	Sous forme de chaleur
$\frac{\mathfrak{T}_3}{425}$ +	$q_3 + \mathfrak{Q}_{RT}$
$\frac{\mathfrak{T}_2}{425}$ +	$q_2 + \mathfrak{Q}_{RT}$
$\frac{\mathfrak{T}_1}{425}$ +	$q_1 + \mathfrak{Q}_{RT}$
	$q_0 + \mathfrak{Q}_{RT}$

La condition de possibilité de chacune de ces transformations réside dans le signe des quantités q_3, q_2, q_1, q_0, et l'une de ces modifications ne sera réalisable que si la quantité q correspondante est positive.

Elle peut être, d'ailleurs, plus ou moins grande suivant le travail externe qui aura été produit; ainsi, pour la modification réversible elle-même, en supposant qu'elle puisse avoir lieu d'une façon isothermique, toute l'énergie utilisable apparaîtrait sous forme d'énergie utile et le terme q serait nul; il est vrai qu'il s'agit là d'une modification en quelque sorte idéale, qui ne saurait se produire d'elle-même, car elle correspond par définition à une suite d'états d'équilibre, et le système placé dans un de ces états n'aurait aucune tendance à passer de lui-même dans l'état d'équilibre voisin pour accomplir ainsi une telle modification, qui est, à proprement parler, spontanément irréalisable; la valeur nulle de q caractérise donc une telle transformation.

S'il s'agit d'une modification réalisable (isotherme) assez voisine de la précédente, alors q, au lieu d'être nul, aura, par raison de continuité, une valeur faible, et la transformation pourra se produire; elle aura, d'ailleurs, un caractère modéré puisqu'on se trouvera à chaque instant dans des conditions peu différentes de l'équilibre, circonstance qui est donc liée à la faible valeur de q.

Enfin, si les conditions sont éloignées des premières, on peut dire à la fois que q sera d'autant plus grand et que l'action sera d'autant plus vive que les états de la modification s'écarteront des états d'équilibre.

On peut considérer, en somme, que le signe de q donnera la possibilité de l'action et que sa grandeur fournira une indication sur la vivacité de cette action (en particulier, au voisinage des états d'équilibre, q tendra vers zéro). Et comme q ne représente qu'un des termes de la chaleur dégagée, il faut, en raison de l'importance de ce terme, faire le départ entre la chaleur transformable et celle qui ne l'est pas dans le dégagement calorifique qui accompagne les transformations.

En se bornant à l'emploi du calorimètre, dans les circonstances où le travail externe est nul, on se place systématiquement dans les conditions où les deux termes, loin d'être distingués, sont englobés dans une même mesure.

Leur séparation s'impose si l'on veut appliquer le caractère de possibilité des actions, soit que l'on exprime que l'effet utile est inférieur à l'énergie utilisable, soit que l'on exprime que la chaleur dégagée est supérieure à celle qui le serait au cours d'une modification isothermique réversible.

Toutes ces formes sont, d'ailleurs, équivalentes; elles expriment toutes l'obligation où l'on se trouve, dans les transformations réalisables, de recueillir

[1] Il en est de même dans le calorimètre ordinaire, s'il n'y a pas de variation de volume appréciable.

une partie au moins de l'énergie utilisable sous forme de chaleur : c'est un déchet inévitable, c'est en quelque sorte la rançon de l'action produite.

En exprimant cette orientation générale des actions possibles, nous pourrons donc, comme il a été dit plus haut, ranger les états α_2, α_4, α_6, ... dans l'ordre qui correspond aux dégagements positifs de chaleur transformable, en passant d'un terme à celui que nous mettrons à sa droite, et nous pourrons, avec les restrictions indiquées, dire que l'état final tend vers celui qui correspond au maximum de chaleur transformable dégagée, en remarquant bien entendu qu'il s'agit d'une possibilité et non d'une nécessité.

III. — Cas des transformations non isothermiques.

Nous nous sommes borné, pour simplifier, au cas d'une transformation isothermique; lorsqu'on ne s'impose pas cette restriction, la marche générale est la même, mais la condition trouvée revêt une forme plus complexe; pour montrer, cependant, que la forme seule est modifiée, nous donnerons ici l'énoncé du critérium employé :

Pour savoir si une modification de M *à* N *est possible, on fait le quotient des quantités de chaleurs dégagées à chaque instant de la modification par la température absolue à laquelle se fait ce dégagement, on additionne tous ces quotients et on considère l'excès de ce terme sur le terme calculé de la même façon pour le mode réversible qui relie les états* M *et* N : *cet excès doit être positif.* S'il est négatif, la modification n'est possible que dans le sens inverse, c'est à dire celui de N à M.

On reconnaît de suite, dans le second terme calculé, la valeur changée de signe de la variation de l'entropie, et l'on voit aisément comment cette règle se transforme pour donner celle que nous avons énoncée dans le cas d'une modification isothermique dont on veut prévoir la possibilité.

Nous indiquerons plus loin quelques conséquences de cette règle générale; bornons-nous dès maintenant à remarquer que dans son énoncé, aussi bien que dans celui donné plus haut, figure l'hypothèse de l'existence d'un chemin réel pour passer de M à N ou inversement, c'est-à-dire d'une série de transformations au cours desquelles la condition de possibilité sera satisfaite à tout instant.

Ainsi, nous ne disons pas : M *pourra se changer en* N *si telle inégalité est satisfaite*; mais nous nous exprimons ainsi : *Telle modification particulière que nous envisageons dans la succession des états qui la constituent, et qui changerait* M *en* N, *pourra se réaliser, si telle grandeur est supérieure à telle autre.*

En signalant cette différence, ce n'est pas une restriction que nous apportons, car nous ne disons rien de plus ni de moins que ce qui est contenu dans le principe énoncé; c'est seulement une précision qu'il est bon de faire et dont nous tirerons quelques conséquences.

IV. — Comparaison avec le principe du travail maximum. Cas des transformations isothermiques.

En nous bornant au cas des actions isothermiques, nous avons formulé des énoncés qui présentent de telles analogies avec la règle donnée par M. Berthelot sous le nom de principe du travail maximum, qu'il est bon d'insister sur les différences.

M. Berthelot disait d'une manière générale : La réaction qui tend à se produire est celle qui dégage le plus de chaleur.

La Thermodynamique moderne dit que la chaleur qu'il faut envisager (dans les actions isothermiques) est, non pas la chaleur totale dégagée, mais celle qui correspond à la chaleur transformable; et elle ajoute aussi :

1° Cette quantité doit être positive pour que l'action soit possible;

2° L'action n'est pas nécessaire;

3° Les transformations successives étant soumises à la même condition, l'état final vers lequel on tend est celui qui correspond au maximum pour la chaleur dégagée transformable.

Nous introduisons, bien entendu, ces termes *tend vers*, afin de bien indiquer le caractère de simple possibilité, en même temps que l'existence d'états intermédiaires réalisables; les mêmes termes, introduits dans l'énoncé de M. Berthelot, peuvent être considérés comme apportant les mêmes restrictions et comme enlevant aussi, avec le caractère de nécessité, une partie de l'utilité de la règle employée.

Ainsi, la différence entre les deux théories réside dans la quantité dont le signe détermine le sens du phénomène.

Pour M. Berthelot, c'était la quantité totale de chaleur dégagée dans le cas où aucun travail externe n'était effectué; c'était, d'une manière générale, la quantité totale de chaleur, modifiée par un terme de correction, s'il y avait une production concomitante de travail [1].

[1] M. Berthelot a, d'ailleurs, été conduit à retrancher de la chaleur totale les quantités de chaleur qui correspondent aux changements d'états, aux transformations physiques, etc.: mais, outre qu'une telle distinction ne peut guère être maintenue, comme nous le dirons plus loin, le terme restant, terme auquel M. Berthelot a donné le nom de *chaleur chimique*, ne se confond pas non plus avec la *chaleur transformable*; tout au plus peut-on montrer, en intro-

Pour les thermodynamistes, c'est, dans tous les cas, la quantité de chaleur dégagée, corrigée il est vrai par un terme supplémentaire, qui ne représente pas, d'ailleurs, le travail externe, et dont, en outre, le signe est variable.

Pour le premier, l'énergie extérieure, et par conséquent le dégagement calorifique qui en est la mesure, allait toujours en augmentant, si bien que la quantité que nous avons appelée énergie interne devait aller toujours en diminuant, et c'est peut-être le caractère satisfaisant de cet énoncé qui, groupant un nombre considérable de faits, s'est imposé au grand chimiste, qui a formulé alors le principe du travail maximum. Pour les autres, ce qui va en augmentant, ce n'est pas l'énergie extérieure, mais, du moins dans les actions isothermes, l'énergie calorifique correspondant au déficit du travail externe résultant de la modification réalisée; ce qui va en diminuant, ce n'est pas l'énergie interne, mais une autre fonction qui représente la somme du travail externe recueilli et de l'énergie utilisable, et, s'il n'y a pas de travail externe produit, ce qui va en décroissant, c'est l'énergie utilisable, dont la théorie fournit l'expression et qui ne diffère de l'énergie interne que par un terme complémentaire mesurant l'écart des deux règles formulées.

Considérons donc la différence numérique des deux termes, qui sont :

Pour les thermodynamistes, q, et pour les thermochimistes, la quantité totale de chaleur dégagée, $\mathcal{Q}$, c'est-à-dire : $q + \mathcal{Q}_{RT}$.

Une action est possible, d'après les uns, si l'on a $q > o$; d'après les autres, si l'on a : $q + \mathcal{Q}_{RT} > o$.

D'une part, ces deux règles coïncideraient si $\mathcal{Q}_{RT}$ était nul ou négligeable à côté de q. D'autre part, si l'on venait à constater que ces deux énoncés sont généralement d'accord (car $\mathcal{Q}_{RT}$ est susceptible d'être mesuré) et qu'ils donnent dans un grand nombre de cas des indications identiques, ou si la règle des thermochimistes, qui s'écarte de celle qui dérive de l'*inégalité Carnot-Clausius*, donnait (ce qui est généralement vrai dans les actions chimiques) des résultats vérifiés par l'expérience, on pourrait légitimement en conclure que, dans le plus grand nombre des circonstances, ce terme complémentaire est nul ou négligeable par rapport à q, et par conséquent par rapport à $\mathcal{Q}$, termes qui pourraient alors être confondus entre eux.

On peut même penser qu'on aura plus de chance de se trouver dans ce cas, si l'on s'arrange de manière que q soit très grand, de façon à diminuer à côté l'importance du terme complémentaire; or, l'expérience nous indique qu'aux températures élevées, les conditions réalisées sont souvent voisines de certains états d'équilibre, ce qui donne aux actions qui se produisent alors un caractère voisin de la réversibilité; la modification s'opère par des voies peu éloignées des états d'équilibre, elle a un caractère modéré, et, comme la réversibilité est caractérisée par ce fait que q est nul, ce dernier terme aura alors une valeur faible; aux basses températures, où les conditions seront plus éloignées de celles qui réalisent l'équilibre, les actions seront plus vives, q sera plus grand puisqu'il s'annule pour le mode réversible, et alors le principe pourra s'appliquer sous la forme que lui ont donnée les thermochimistes.

Ce n'est là, d'ailleurs, qu'un caractère de probabilité, car nous ignorons *a priori* comment varie le terme $\mathcal{Q}_{RT}$ sous l'influence de la température; de plus, on ne connaît guère les chaleurs dégagées aux différentes températures, et les nombres fournis par les tables pour les chaleurs dégagées dans les réactions se rapportent généralement aux actions réalisées à la température ordinaire; pour connaître les chaleurs dégagées aux autres températures, d'autres données sont nécessaires.

Nous pouvons dire, toutefois, avec plus de certitude, qu'aux températures élevées et, d'une manière générale, au voisinage des états d'équilibre, le principe thermochimique ne s'appliquera généralement pas, à cause de la faiblesse de q et de l'existence du terme complémentaire dont le signe est incertain ; plus exactement, on peut penser *a priori* qu'il s'appliquera à la moitié des cas, s'il n'y a pas une prédominance systématique dans le signe du terme complémentaire[1].

Laissant de côté la prévision des phénomènes, occupons-nous enfin du dégagement de chaleur qui accompagne toute action physique ou chimique réalisée ; ce dégagement sera :

$$q + \mathcal{Q}_{RT}.$$

Il se compose de deux termes, dont un seulement est forcément positif; il ne le sera donc pas

duisant quelques hypothèses, que, dans certains cas, la correction à effectuer sur la chaleur chimique (qui représente la chaleur dégagée au zéro absolu), pour obtenir la chaleur dégagée aux températures ordinaires, est du même ordre de grandeur que celle qu'il faut effectuer sur cette chaleur réellement dégagée pour avoir la chaleur transformable.

[1] La détermination numérique de ce terme peut être tentée dans chaque cas particulier; on peut indiquer des dispositifs expérimentaux qui permettent de le mesurer; par exemple, pour certaines de ces actions, on déterminera la force électromotrice de la pile dont cette réaction est le siège, et on la comparera à la force électromotrice que l'on peut calculer d'après la chaleur totale dégagée; on ne fait ainsi que mesurer la chaleur transformable et la comparer à la chaleur totale; les cas les plus nombreux jusqu'à présent sont ceux où le terme complémentaire est positif, et où, par conséquent, la chaleur totale est elle-même positive, comme l'indique la Thermochimie.

nécessairement lui-même ; mais, comme précédemment, lorsqu'on sera éloigné des conditions d'équilibre, le terme q pourra être tellement grand à côté de $\mathcal{Q}_{RT}$ qu'il donnera son signe au dégagement de chaleur, qui sera alors positif : c'est le caractère habituel des réactions (et particulièrement des réactions violentes), caractère conforme à la règle de Thermochimie ; au contraire, au voisinage des conditions d'équilibre, et spécialement aux températures élevées où se produisent des réactions incomplètes, des actions limitées, le terme q devient négligeable et le signe du dégagement de chaleur est incertain comme celui de $\mathcal{Q}_{RT}$; l'action qui se manifeste peut alors se produire avec absorption de chaleur, et la Chimie aussi bien que la Physique nous offrent de nombreux exemples de telles transformations.

V. — Cas des transformations non isothermiques. Déplacement de l'équilibre.

Le principe du travail maximum avait l'avantage incontestable de fournir, non seulement une règle simple, mais une règle identique, quelle que soit la variation de la température au cours de l'action réalisée.

Le principe général qui doit le remplacer est plus complexe lorsqu'on suppose la température variable ; aussi nous nous sommes placé dans le cas d'une modification isothermique pour comparer, à la règle de M. Berthelot, celle que nous avons obtenue en particularisant la règle générale.

Si l'on ne fait pas une telle restriction, les deux théories ne sont plus aussi aisées à comparer, puisque la règle thermodynamique fait intervenir non plus seulement des quantités de chaleur (chaleur transformable équivalente au travail extérieur non réalisé), mais des grandeurs plus complexes (la somme des quotients des quantités de chaleur par les températures absolues). Toutefois, la comparaison peut encore être poursuivie dans quelques cas que nous signalerons.

Supposons qu'on mette en présence les uns des autres des corps qui forment un système non en équilibre, mais qui, à une température différente, pourraient donner lieu à un état d'équilibre dans les mêmes conditions (système univariant), ou encore supposons qu'on ait affaire à un système présentant une courbe de transformation, et en particulier ayant pour chaque pression une température d'équilibre dite température de transformation.

L'application de la règle générale montre qu'au dessous du point de transformation (à des températures inférieures à la température de transformation), la seule action possible est celle qui produira un dégagement de chaleur. Au-dessus de la température de transformation, au contraire, la seule action qui pourra se produire est celle qui absorbera de la chaleur[1] ; ce résultat est une conséquence du théorème énoncé dès 1877 par J. Moutier.

Le principe fondamental de la Thermochimie sera donc vérifié toutes les fois que, par suite des conditions initiales, on se trouvera au-dessous du point de transformation, c'est-à-dire à gauche de la courbe connue ; et si, dans un grand nombre de cas, cette règle est vérifiée, cela tient sans doute à ce que, dans les circonstances ordinaires où nous opérons, et pour ces cas, du moins, les températures sont inférieures aux températures de transformation, qui, en effet, dépassent généralement les températures moyennes où l'on se contentait autrefois de faire l'étude des réactions.

Si, au contraire, nous étions toujours au-dessus des points de transformation, ce serait l'inverse qui serait vrai, et les modifications se produiraient toujours avec absorption de chaleur ; c'est ce qui a lieu pour certaines transformations dont les conditions initiales correspondent à des états d'équilibre à basse température. Il faudrait descendre à *très basse* température, au voisinage du zéro absolu, pour se trouver dans les conditions où le principe de Thermochimie serait toujours vérifié.

Le principe général de la Thermodynamique permet encore de formuler une règle pour le cas où l'on met un tel système (univariant) dans des conditions de pression ou de volume pour lesquelles l'équilibre n'est pas réalisé ; on peut prévoir le genre d'action qui est susceptible de se produire, mais alors ce ne sont pas des quantités de chaleur qui entrent en jeu, et la règle se présente sous une forme qui n'a rien de commun avec celle de M. Berthelot ; elle introduit, par exemple, des considérations de volume (loi de G. Robin), et elle pourrait conduire, suivant la façon dont on se trouverait placé par rapport à la courbe de transformation (au-dessus ou au-dessous et non plus cette fois à droite ou à gauche), à formuler une loi facile à imaginer et qui pourrait porter, suivant les cas, le nom de loi du volume maximum ou de loi du volume minimum.

On voit, d'ailleurs, que ces deux lois (loi de J. Moutier, loi de G. Robin) répondent à deux questions qu'on peut se poser à propos d'une même transformation ; elles ne constituent l'une et l'autre

[1] Sous certaines restrictions d'ordre analytique ; d'ailleurs, la forme que l'on obtient d'abord diffère un peu de celle-là ; on démontre, par exemple, que la seule action possible est celle qui dégagerait de la chaleur, si elle se produisait dans telle condition déterminée ; on arrive ensuite à préciser en introduisant des restrictions dont on aperçoit le sens général.

qu'une des formes de la réponse générale fournie par la Thermodynamique : leur dépendance réciproque est manifestée par la formule de Clapeyron.

Enfin, pour poursuivre la comparaison, nous indiquerons le résultat obtenu par la théorie thermodynamique au sujet du déplacement de l'équilibre par la variation de température dans un système plurivariant ; cette règle répond à la question suivante : lorsqu'un état d'équilibre est réalisé, et qu'on vient, laissant invariables toutes les autres conditions, à produire une petite variation de température, quel est le genre d'action qui se produira pour atteindre un nouvel état d'équilibre ?

Un système chimique est en équilibre stable sous une pression donnée et à une température donnée T ; *sans changer la pression, on donne à la température une valeur* T' *un peu supérieure à* T ; *l'équilibre est rompu ; pour atteindre le nouvel état d'équilibre relatif à la pression donnée et à la température* T', *le système doit éprouver un certain changement d'état ; si ce changement d'état se produisait sous la pression constante donnée et à la température invariable* T', *il serait accompagné d'une absorption de chaleur.*

Si T' est inférieur à T, le mot *absorption* doit être remplacé par le mot *dégagement.*

Ce théorème ne s'applique pas aux systèmes univariants, parce que sa démonstration exige certaines conditions relatives à la stabilité ; ces conditions ne sont pas remplies dans ces systèmes, où, à pression constante, on a un équilibre indifférent, car les masses peuvent varier sans que l'équilibre soit rompu ; d'ailleurs, en vertu de son énoncé même, on voit que les systèmes univariants sont exclus, puisqu'on a supposé qu'on modifiait la température sans changer la pression. Pour de tels systèmes, cette loi, devenue inapplicable, est d'ailleurs suppléée par la loi de Moutier.

On pourrait aussi énoncer, pour les systèmes de variance quelconque (sauf les cas exceptionnels), une loi semblable à la précédente, mais dans laquelle le volume serait supposé invariable ; il suffirait de remplacer les mots *pression constante* par les mots *volume constant* ; or, les systèmes dont on a parlé et qui offrent un équilibre indifférent sous pression constante se présentent en équilibre stable sous volume constant.

Cette seconde loi fournirait aussi un énoncé corrélatif de celui de J. Moutier[1].

Dans un prochain article, nous montrerons, par l'étude d'une série de cas particuliers, comment les règles qui viennent d'être indiquées peuvent être utilisées pour prévoir le sens des transformations.

Georges Meslin,
Professeur à l'Université de Montpellier.

[1] Nous pouvons compléter ces indications en donnant aussi la loi qui régit le déplacement de l'équilibre par variation de pression, énoncé que nous copions textuellement, comme le précédent, dans l'ouvrage de M. Duhem (*Thermodynamique et Chimie*) : *Prenons un système en équilibre stable, à une température donnée et sous pression donnée ; sans changer la température, faisons croître la pression d'une petite quantité ; en général, l'équilibre sera rompu : le système sera le siège d'une petite réaction qui l'amènera à un nouvel état d'équilibre ; si l'on supposait la même réaction produite à partir de l'état d'équilibre primitif, sans changement de température ni de pression, elle serait accompagnée d'une diminution de volume du système. S'il s'agissait d'une* diminution de pression, la réaction serait accompagnée d'une *augmentation de volume.*

Ce théorème ne s'applique pas non plus aux systèmes univariants pour les mêmes raisons que plus haut ; il est suppléé pour de tels systèmes par la loi de G. Robin.

On pourrait enfin énoncer pour tous les systèmes une loi corrélative de la précédente, dans laquelle il y aurait permutation entre les mots *pression* et *volume* ; cette loi fournirait également un énoncé analogue à celui de G. Robin. On peut d'ailleurs grouper toutes ces lois ou théorèmes dans le tableau suivant :

TABLEAU I. — *Lois et Théorèmes sur le déplacement de l'équilibre.*

LOIS DU DÉPLACEMENT DE L'ÉQUILIBRE	SENS		THÉORÈMES relatifs aux actions produites en dehors de l'équilibre
1° Par variation de température sous pression constante. .	Dégagement ou absorption de chaleur.	Inapplicable aux systèmes univariants.	Théorème de J. Moutier pour les systèmes univariants.
2° Par variation de température sous volume constant . .	Dégagement ou absorption de chaleur.		Théorème corrélatif du théorème de J. Moutier.
3° Par variation de pression à température constante. . .	Variation de volume. . . .	Inapplicable aux systèmes univariants.	Théorème de G. Robin pour les systèmes univariants.
4° Par variation de volume à température constante. . .	Variation de pression . .		Théorème corrélatif du théorème de G. Robin.

REVUE ANNUELLE DE ZOOLOGIE

L'année écoulée depuis la dernière Revue de Zoologie publiée ici n'a guère apporté dans cette science de découverte sensationnelle, ni créé de chapitre nouveau dans nos connaissances, et cependant l'embarras est grand de faire tenir dans le cadre, nécessairement réduit, de cet article les faits ou suggestions qui nous paraissent utiles à signaler par les progrès qu'ils marquent ou qu'ils annoncent.

I. — Zoologie générale.

§ 1. — Hérédité. Variation.

Nous ne reviendrons donc que brièvement sur deux sujets dont nous avons parlé l'an dernier et qui continuent à être à l'ordre du jour : la production des espèces par *mutations* et les lois de Mendel. Signalons la publication par de Vries d'une deuxième partie de ses recherches[1].

L'hérédité mendélienne a toujours les honneurs de l'actualité. La notion de la disjonction des caractères des gamètes dans l'amphimixie se montre féconde ; peut-être, cependant, a-t-on parfois une tendance à exagérer la généralité de cette explication. Coutagne, que ses recherches à la fois variées, méthodiques et prolongées sur les vers à soie ont mis en possession d'abondantes statistiques prêtes à être mises à l'épreuve, fait remarquer, par exemple[2], que certains caractères se transmettent suivant des lois numériques différentes de ce que prévoit la loi de Mendel. Au reste, la *Revue* a publié récemment sur ce sujet un article de Cuénot[3] où la question est mise à jour, et les recherches personnelles de l'auteur en garantissent l'autorité et la documentation. Nous ne pouvons mieux faire que d'y renvoyer.

L'une des difficultés principales, dans ces problèmes d'hérédité, est de décomposer l'ensemble si complexe des facteurs entrant en jeu, en quelques notions simples forcément subjectives, des caractères, pour qui on crée un langage artificiel, sur lequel on raisonne ensuite et qui fait perdre de vue la réalité. Une remarque ingénieuse de Coutagne[1], appuyée sur des faits précis, met en évidence une semblable erreur de raisonnement. Elle est relative à la sélection des petites différences que présentent les caractères à variations continues. On est porté à nier que la sélection puisse avoir prise sur ces différences. Tout le monde connaît l'objection de Nägeli à l'allongement par sélection du cou de la girafe ; des différences minimes entre individus ne constituent pas pour les uns un avantage sur les autres. Coutagne fait observer que cette objection serait fondée si, à un moment donné, toutes les girafes avaient la même longueur de cou. En réalité, il y a, pour chaque caractère de cette nature, dans l'ensemble de l'espèce, des variations étendues à chaque instant, et la sélection s'opère sur l'ensemble des individus où le caractère est supérieur à la moyenne, qui, ainsi, est peu à peu majorée.

En s'appliquant à sélectionner chez le ver à soie le caractère : *grosseur des glandes séricigènes*, Coutagne, en dix ans, a pu ainsi élever sa moyenne de 40 °/₀, sans diminuer la variabilité individuelle. On peut se demander néanmoins si, dans la Nature, la sélection a prise sur des caractères de cet ordre, avant qu'ils n'aient atteint, sous d'autres influences, un certain degré de perfection.

Après Bateson, Samter et Heymons[2] ont repris le contrôle des retentissantes observations de Schmankevitch sur les variations d'*Artemia salina*. Schmankevitch avait annoncé que l'abaissement de la salinité de l'eau transforme régulièrement les *Artemia* en des formes à caractères de *Branchipus* et que l'augmentation de la salinité transforme l'*Artemia salina* en *Artemia milhauseni*. Ces résultats furent considérés longtemps, par beaucoup, comme des plus importants. Bateson a déjà, en essayant de les vérifier, nié leur exactitude, et de nouveau Samter et Heymons montrent qu'ils ne sont pas fondés. Dans les lacs ou étangs limitrophes de la mer Caspienne, ils ont vu, en effet, que les variations de la salinité amènent des variations de l'*Artemia*, mais dans des sens très divers et non pas vers un type déterminé. D'autres fac-

[1] *Die Mutations Theorie*, t. II. Elementarbastardlehre.

[2] *C. R. Ac. Sc.*, t. CXXXVIII, p. 298.

[3] *Rev. gén. des Sciences*, 1904, p. 305. — On peut interpréter peut-être comme des faits exprimant cytologiquement la loi de disjonction des caractères, des anomalies de mitose constatées par Guyer dans la spermatogénèse des pigeons hybrides. Cet auteur a vu, en effet, beaucoup de cellules germinales, en se divisant, donner deux fuseaux côte à côte, comme s'il y avait en elles deux chromatines ne pouvant se mélanger et provenant respectivement des deux races unies, qui se sépareraient alors définitivement pour donner des éléments sexuels de race pure. Ce travail a été fait avant que l'attention fût appelée sur les lois de Mendel, et l'auteur était arrivé de lui-même à tirer, des phénomènes de réversion dans la descendance des hybrides, des formules correspondant aux lois mendéliennes. (Spermatogenesis of normal and of hybrid pigeons. — Dissert. Chicago, 1900. — Signalé par Davenport dans *Amer. Natur.*, t. XXXVIII, p. 227.

[1] *C. R. Ac. Sc.*, t. CXXXVIII, p. 54.

[2] *Anh. z. d. Abhandl. Kön. Ak. Wiss. Berlin*, 1902, p. 1-62.

teurs, tels que la ségrégation, entrent en jeu dans ces phénomènes et ont une influence peut-être plus décisive que la salinité.

Les phénomènes de mutation, sur lesquels de Vries a appelé l'attention, et qu'il continue à étudier, jouent sans nul doute un grand rôle dans le règne animal, et c'est à eux probablement qu'il faut rapporter la formation d'espèces telles que la Planaire polypharyngée signalée cette année par Chikoff[1] en Bulgarie et par Mrazek[2] au Monténégro. Elle a tous les caractères du *Pl. alpina*, qui vit dans les mêmes habitats, mais, au lieu d'un pharynx, en présente plusieurs. Un fait analogue était déjà connu pour une espèce américaine.

Bouvier[3] interprète de même les relations entre certains Crustacés Décapodes d'eau douce de la famille des Atyidés, que l'on range dans les genres *Ortmannia* et *Atya* et qui, *identiques* par tous les autres caractères, diffèrent seulement par un seul, la conformation de certaines pattes; d'après les matériaux dont il dispose, ces mutations entre les deux genres se produiraient en divers points du globe, indépendants les uns des autres : aux îles Sandwich (*Ortm. Henshawi* et *Atya bisulcata*), à Madagascar (*Ortm. Alluaudi* et *A. serrata*), à l'île Maurice, etc. Il est évident que nous avons beaucoup à apprendre dans cette direction, où est probablement l'explication du polymorphisme chez les Hyménoptères sociaux, ainsi que le suggère Bouvier.

§ 2. — Colorations, Pigments, etc.

La coloration des animaux est un des chapitres les plus importants de la Biologie générale. Quelle est la nature et l'origine des diverses colorations? Comment s'associent-elles pour former le dessin? Quel est leur rôle, soit physique, soit physiologique, soit biologique (mimétisme)? Autant de problèmes auxquels on travaille de plus en plus et où les diverses directions par lesquelles on les a abordés semblent près de se raccorder.

Mandoul[4] nous fournit un exposé général de cette question et précise nos idées sur la nature des diverses colorations, qu'il étudie dans leur substratum physique ou chimique. On est conduit à distinguer les couleurs propres, ou couleurs d'absorption, et les couleurs de structure, dues, soit à des phénomènes de réflexion et d'interférence, soit à des phénomènes de diffraction en milieux troubles que Mandoul est le premier à reconnaître; il analyse aussi les divers mécanismes des changements de coloration et arrive, quant à l'origine des corps colorants des animaux, à la conclusion d'ensemble que ce sont des produits d'excrétion et, en général, des matériaux provenant de l'alimentation. Dans l'évolution des colorations, la sélection, d'après lui, n'intervient que secondairement.

A côté de cette étude générale, nous aurions à citer nombre de travaux particuliers. Nous nous bornons à quelques-uns. Keeble et Gamble[1] ont expérimenté sur divers Crustacés (*Mysis*, *Hippolyte*, larves *Zoæa* et *Megalopa*) pour voir l'influence de la lumière sur le système des chromatophores, en particulier l'influence de la couleur du fond. Ils ont confirmé à cet égard, en les précisant, les résultats obtenus autrefois par Pouchet; d'autre part, il y a analogie entre leurs constatations et celles de Poulton sur la formation du pigment dans les larves et pupes de Lépidoptères.

L'origine alimentaire des principes colorants des animaux est soumise par divers auteurs à une étude approfondie. Conte et Levrat[2], par exemple, l'ont établie pour les pigments qui colorent la soie de certains Bombyciens : les cocons jaunes de certaines races de *Bombyx mori*, la soie brune de l'*Attacus pernyi* sauvage, etc. Les expériences antérieures à ce sujet ne donnaient pas de conclusion nette. En nourrissant les chenilles de feuilles badigeonnées de matières colorantes (bleu Bx, rouge neutre, etc.), ou en injectant ces substances dans la cavité générale, ils ont vu ces couleurs teinter le cocon. Les résultats varient avec les couleurs et les espèces expérimentées. Cela tient à l'inégale facilité de l'osmose dans les divers cas. Il n'en est pas moins acquis, en principe, que des substances alimentaires peuvent teindre la soie. Les auteurs en concluent que ses colorations naturelles doivent provenir de la chlorophylle absorbée et vérifient cette conclusion en constatant les ressemblances spectroscopiques des matières colorantes dans les feuilles de murier ou de troène, dans le sang des chenilles et enfin dans la soie.

Les recherches les plus étendues dans cette direction sont dues à Mlle von Linden, qui les a entreprises depuis de longues années et d'abord sous la direction d'Eimer. Dans un Mémoire publié en 1902[3], elle avait vérifié les idées d'Eimer sur la phylogénie des colorations des ailes chez les papillons et leur développement orthogénétique [c'est-à-dire suivant un petit nombre de directions à partir d'un prototype (bandes longitudinales)]. Elle avait trouvé dans l'ontogénie l'expression de ces idées. Le dessin des ailes apparaît effectivement sous forme de bandes longitudinales, qui ensuite se fusionnent ou se réduisent à des taches, etc. Une

[1] *Arch. Zool. Expér.*, (4), t. I, p. 401.
[2] *Sitzber. K. Böhm. Gesellsch. d. Wiss.*, 1903.
[3] *C. R. Ac. Sc.*, t. CXXXVIII, p. 446.
[4] *Ann. Sc. Natur., Zool.*, (8), t. XVIII, et thèse Paris.

[1] *Philos. Transact.*, sér. B., t. CXCVI, p. 295.
[2] *Public. du Labor. d'études de la soie*, Lyon, et *C. R. Ac. Sc.*, t. CXXXV, 1902.
[3] *Ann. Sc. Nat., Zool.*, (8), t. XIV.

aile incolore ou teintée uniformément est une différenciation ultime. Cette uniformité dans l'évolution de la coloration des ailes chez les Lépidoptères (et même chez tous les Insectes) doit tenir à une cause générale. Mlle von Linden la rattache à l'apparition des pigments aux dépens des cellules périvasculaires. Or, la disposition primitive du système circulatoire dans l'aile des Insectes et, en particulier, dans la nymphe du papillon est un réseau. Les colorations apparaissent surtout suivant les lignes longitudinales de ce réseau. Les modifications à la disposition primitive du dessin doivent tenir à des changements dans la disposition du système vasculaire [fusion de lacunes parallèles ou disparition de certaines d'entre elles; renforcement des pigments aux points de croisement des lacunes (taches), etc...], et c'est effectivement ce qui a lieu. Mais alors, si le pigment est ainsi sous la dépendance de la circulation, il est indiqué d'en chercher l'origine vraie dans la source du sang, c'est-à-dire dans l'alimentation. C'est ce que Mlle von Linden indiquait à la fin de son Mémoire et ce qu'elle vient d'étudier d'une façon approfondie [1] pour les pigments rouges et jaunes des Vanesses. Des études microchimiques minutieuses l'ont conduite successivement à conclure que ces pigments résultent de la combinaison d'une substance albuminoïde et d'une substance pigmentaire proprement dite, que celle-ci est susceptible d'oxydations et de réductions aisées (*cf.* l'hémoglobine) accompagnées de changements de ton, que les divers pigments se transforment ainsi les uns dans les autres, et qu'ils ont enfin leur origine dans l'intestin de la chenille, où leur matière première est la chlorophylle résorbée à l'état de chlorophyllane (conclusion d'accord avec les recherches de Conte et Levrat et avec les expériences de Poulton). Ces pigments jouent, par leurs combinaisons instables avec l'oxygène, un rôle physiologique important dans la respiration des tissus de l'Insecte. Si beaucoup de faits connus permettaient de considérer *a priori* les résultats obtenus par Mlle von Linden comme très probables dans leur ensemble, il n'y a pas moins de mérite ni d'intérêt à en avoir donné une démonstration précise, et il y a là, en outre, une base précieuse pour l'étude de beaucoup de problèmes de coloration, dans leurs rapports avec des théories générales, telles que celles du mimétisme. Mlle von Linden continue, après son maître Eimer, le combat en faveur des idées lamarckiennes, et c'est aussi, au moins en grande partie, ce qui se dégage des travaux de E. Fischer [2] sur l'hérédité des modifications acquises chez les Papillons.

[1] *Arch. für ges. Physiol.*, t. XCVIII, 1903; résumé dans *Verhdl. Deutsch. Zool. Gesellsch.*, 1903.
[2] *Allg. Zeitsch. f. Entomol.*, t. VI, 1901; t. VII, 1902, etc.

Ces expériences, analogues à celles de Standfuss, ont consisté notamment à soumettre des pupes de papillon soit à des températures élevées, soit au froid, et à étudier les variations de coloration qui en résultent, ainsi que leur transmission héréditaire. Fischer a constaté d'abord cette transmission chez une notable proportion des individus. La discussion de toutes ces expériences et observations montre que l'action des facteurs physiques extérieurs (température, lumière, humidité) influe profondément et héréditairement sur la couleur et aussi sur la forme des ailes. Comme l'avait indiqué Eimer, c'est à des facteurs physico-chimiques externes que l'on doit rapporter, en dernière analyse, la production de ces catégories de colorations si surprenantes offertes par le mimétisme sous ses divers aspects, en particulier celles des papillons-feuilles (*Kallima*). On ne peut concevoir que la sélection ait fixé le début de ces dispositions, utiles seulement quand elles avaient acquis une certaine perfection imitative. Toutes ces recherches, outre leur intérêt intrinsèque, restituent donc au Lamarckisme sa valeur de facteur primaire.

§ 3. — Cytologie. — Cellules sexuelles et sexualité. Parthénogénèse. — Atrophies.

Les questions de Cytologie proprement dite tiennent toujours une large place dans les préoccupations des biologistes. Il ne saurait entrer dans l'esprit de nos revues de Zoologie d'examiner par le détail les faits et les vues qui se font jour dans cette direction. Nous n'en devons pas moins indiquer les tendances générales.

L'orientation d'un grand nombre de travaux dérive, explicitement ou implicitement, des vues émises par R. Hertwig dans une série de Mémoires publiés depuis deux ans. Deux idées directrices s'en dégagent.

Hertwig [1] appelle *chromidies* les granules de substance chromatique et d'*origine nucléaire* présents dans le protoplasme, en dehors du noyau; et il oppose le *chromidium* ou *système chromidial* au noyau proprement dit, montrant que, dans un grand nombre de cas (reproduction, sécrétion, nutrition), il joue dans la direction de la cellule un rôle égal à celui du noyau, et complémentaire.

Plus tard [2], Hertwig a émis l'idée de la nécessité d'un rapport constant, pour une espèce déterminée, entre le volume du noyau et celui de la cellule qui le contient.

Or, dans l'activité fonctionnelle de la cellule, il y a antagonisme entre le protoplasme et le noyau. Celui-ci tend toujours à se développer aux dépens de celui-là. Une nutrition intense et prolongée a

[1] *Arch. f. Protistenk.*, t. I, 1902.
[2] *Biolog. Centralbl.*, t. XXIII, 1903.

pour résultat l'accroissement de taille de la cellule et surtout du noyau (cf. l'ovule, etc.), qui tend à l'emporter; si, l'équilibre étant rompu, aucun mécanisme ne vient le rétablir, il en résulte la dégénérescence et la mort de la cellule. C'est l'existence de processus régulateurs, assurant un remaniement de la cellule (enkystement, conjugaison, etc.), qui empêche la mort régulière, physiologique en quelque sorte, chez les Protozoaires; chez les Métazoaires, la fécondation de l'ovule a une signification analogue.

Les deux idées sont, d'ailleurs, connexes. Ainsi, l'un des processus par lesquels l'équilibre se rétablit consiste dans la sortie d'une certaine quantité de chromidies hors du noyau.

La théorie des chromidies d'Hertwig, basée surtout sur des faits relatifs aux Protozoaires, a trouvé un large écho, principalement en Allemagne. Schaudinn[1], un des premiers, s'y est rallié et l'a appuyée de faits relatifs aux Rhizopodes. Il a montré que souvent le *chromidium* n'était pas autre chose que le noyau sexuel se dégageant du noyau végétatif.

Les Protozoaires constituent, d'ailleurs, comme l'a bien compris Hertwig, la meilleure pierre de touche pour toutes ces théories cytologiques. Au point de vue chromidial, on y observe tous les cas[2], qui peuvent se grouper en deux catégories :

1° Le noyau existe à côté du système chromidial;

2° Le système chromidial existe seul; c'est le cas du noyau diffus des Oscillariées et des Bactéries, dont Schaudinn a donné des exemples si nets. Si l'on admet cette conception du noyau diffus, on revient sous une autre forme à la fameuse Monère de Hæckel. Mais peut-être le noyau ne nous paraît-il diffus que parce que, chez de petites cellules, nos moyens d'analyse ne nous permettent pas de reconnaître les limites nucléaires. Chez les cellules de plus grande taille, par exemple certains Infusoires, on constate, en effet, que le noyau, d'apparence diffuse, a, en réalité, conservé son individualité, et qu'il est simplement très amiboïde. Peut-être en est-il de même chez les Bactéries.

En tout cas, chez ces Bactéries, on revient à un noyau morphologiquement défini au moment de la sporulation. L'inverse se produit chez un certain nombre de Protozoaires de la première catégorie, comme ceux étudiés par Schaudinn, où c'est au moment de la multiplication que le système chromidial se met en mouvement et qu'on a de la chromatine diffuse par toute la cellule. Ce mode de multiplication est ce que Schaudinn a appelé, en 1895, en attirant l'attention sur lui : « *multiplekerntheilung* » (production simultanée de plusieurs noyaux aux dépens d'un seul). On en connaît, à l'heure actuelle, un grand nombre d'exemples. Hertwig y voit le mode de division le plus simple, sinon le plus primitif.

Des Protozoaires, la notion des chromidies devait s'étendre (et, en fait, elle s'est étendue) aux Métazoaires. Déjà, il y a deux ans, Hertwig indiquait l'existence de chromidies chez les œufs d'Astéries et les cellules rénales de Mammifères. Goldschmidt[1], en en signalant chez diverses cellules d'*Ascaris*, indique qu'il convient de ranger dans les chromidies : les mitochondries de Benda, les pseudochromosomes de van der Stricht, le trophospongium (*p. p.*) de Holmgren, le noyau vitellin, le *Nebenkern*, l'appareil réticulaire, etc. En un mot, l'activité fonctionnelle des tissus serait sous la dépendance des chromidies. Il ne faut pas se dissimuler, croyons-nous, qu'il y a là, jusqu'à un certain point, question de mots et affaire de mode. L'archoplasme de Boveri, le kinoplasme de Strasburger, le protoplasme supérieur de Prenant, font, jusqu'à un certain point, place au chromidium d'Hertwig.

Mais il faut bien remarquer que cette dernière notion implique l'origine nucléaire, et il faut avouer qu'elle n'est pas encore établie dans tous les cas visés. Néanmoins, la tendance actuelle est manifestement dans cette direction.

Sans vouloir remonter à plus d'une année, nous trouvons dans la thèse si documentée de Launoy[2] des faits parfaitement nets et précis à cet égard. Il montre que, dans les cellules à venin, comme dans les cellules à enzyme en activité, la substance active s'élabore d'abord dans le noyau; et cette élaboration se traduit par des variations de volume et de position du noyau, des variations de chromaticité, des phénomènes de pyrénolyse intranucléaires; puis, il y a sortie de substance nucléaire dans le protoplasme, soit sous forme de granules chromatiques, soit à l'état de dissolution. Et ces substances d'origine nucléaire deviennent, par élaboration dans le cytoplasme, le venin ou la proenzyme.

Dans l'élaboration intranucléaire, le nucléole, toujours si développé et si net dans les cellules glandulaires, paraît jouer un rôle important; il est, en particulier, le siège des phénomènes de pyrénolyse.

Le rôle du nucléole continue à faire l'objet d'un grand nombre de travaux, sans qu'il s'en dégage rien de très général. Notons, cependant, une tendance nouvelle à faire dériver, suivant les idées de Carnoy et de son école, les chromosomes (ou les pseudo-chromosomes) ovulaires du nucléole (par exemple : Goldschmidt pour l'œuf de *Polystomum*;

[1] *Arb. a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte*, t. XIX, 1903.

[2] Voir à ce sujet la substantielle revue de CALKINS, *Arch. f. Protistenk.*, t. II, 1903.

[1] *Biolog. Centralbl.*, t. XXIV, 1904, p. 241.

[2] *Ann. Sc. Nat., Zool.*, (8), t. XVIII, 1903, et Thèse Paris.

Hartmann pour l'œuf d'*Asterias glacialis*; Lubosch pour les œufs de Triton).

Nous ne voulons pas quitter la cellule sans signaler des faits qui traduisent, sous une forme figurée, le rôle prépondérant du noyau dans sa nutrition. Siedlecki[1] a vu, chez des Coccidies qui se développent dans les spermatogonies d'une Annélide, une sorte de canal allant du noyau de la Coccidie à celui de la cellule-hôte. Le même fait a été constaté par Bergmann[2] : il a vu une traînée de protoplasme à grains fins, dépourvu de vitellus, s'étendant de la vésicule germinative de l'ovule d'une Annélide (*Onuphis tubicola*) vers les cellules nourricières. Ce sont de nouveaux faits à ajouter à ceux, déjà anciens, de Korschelt chez les Insectes, etc. Le nucléole lui-même jouerait un rôle : Hoffmann, chez le *Nassa*, a vu le nucléole émettre des pseudopodes dirigés vers le vitellus; Stauffacher, chez le *Cyclas*, a reconnu une disposition générale de la cellule centrée vers le nucléole.

La notion de l'individualité et de la permanence du centrosome, au sens de Boveri, continue à être battue en brèche. On distingue, dans le centrosome, des cellules en division, le ou les *centrioles*, qui eux seraient des éléments constants[3]. Dans les cellules au repos, les diplosomes bien connus sont des centrioles et non des centrosomes.

Dans leur beau Mémoire sur les transformations du cytoplasme pendant la fécondation et la segmentation de l'œuf de *Rhynchelmis*, Vejdovsky et Mrazek[4] mettent en évidence le rôle directeur du centriole; ils étudient avec les plus grands détails le centroplasme (centrosome de Boveri), avec sa structure alvéolaire, et montrent qu'il se régénère toujours de façon endogène dans celui de la génération précédente.

La question de la conception centrosomique de tous les corpuscules basaux des cils ne semble pas comporter une réponse générale. Il est probable que les corpuscules basaux des flagelles des spermatocytes ou des spermatozoïdes, animaux et végétaux, et des Flagellés, ont, conformément à la théorie von Lenhossek-Henneguy, la valeur centrosomique. Mais, pour un grand nombre de cellules ciliées de Métazoaires, pour les Infusoires ciliés (Maier[5]), il n'en est pas de même.

Nous avons longuement relaté l'an dernier les résultats nouveaux et inattendus obtenus sur le dimorphisme des spermatozoïdes. Chez les Mollusques Prosobranches, Stéphan[6] a retrouvé des résultats analogues à ceux de Meves, chez un certain nombre de types. On n'a toujours aucun renseignement sur le rôle physiologique des spermatozoïdes oligopyrènes ou apyrènes. Chez les Grégarines Stylorhynchides (*v. infra*), Léger a mis en évidence, à côté des spermatozoïdes fertiles, l'existence d'une deuxième catégorie d'éléments mâles, à noyau riche en chromatine (ayant subi une division en moins), et possédant deux filaments axiles au lieu d'un. Mais il ne les a jamais vu féconder un élément femelle, quoi qu'ils soient les premiers mûrs, et il tend à les considérer comme servant seulement à une excitation mécanique des ovules. Chez certains Crabes (*Maïa*), Labbé[1] décrit aussi un dimorphisme des spermatozoïdes, l'une des formes étant apyrène.

Les recherches de ce dernier auteur sur les spermatozoïdes des Crustacés l'ont amené surtout à d'autres constatations très curieuses. On sait que ces spermatozoïdes diffèrent beaucoup de ceux des autres animaux, qu'ils ont une forme compliquée et variée, des prolongements radiaires, peu de mobilité, etc... D'après Labbé, ce ne serait pas là la forme définitive, mais un stade transitoire de la spermatide, et le spermatozoïde proprement dit ne s'en dégagerait que bien plus tard, au moment où il va féconder un ovule; il est emprisonné dans une gaîne chitineuse, d'où il sort par des processus compliqués, et alors il est très mobile. Nous ne pouvons ici donner une idée précise de ces transformations.

Il se trouve que des recherches sur le même sujet ont été effectuées d'une manière indépendante par Koltzoff[2] et ont abouti à des résultats analogues. Koltzoff, étudiant minutieusement toutes les transformations de la spermatide; a pu établir un parallèle précis entre les spermatozoïdes des Crustacés et ceux des autres animaux, y retrouver les centrosomes, etc... (les résultats des deux travaux sur ces points d'histogenèse sont difficiles à bien raccorder). La vésicule chitineuse, qui constitue souvent la portion la plus volumineuse du spermatozoïde, représente pour Koltzoff sa région caudale; il n'a pas vu le spermatozoïde s'en dégager lentement, comme le décrit Labbé; mais, sous l'action de certains réactifs, il a été témoin d'une véritable explosion de cette vésicule, et des observations, encore incomplètes, sur un Crabe lui font supposer que cette explosion se produit au moment de la fécondation et enfonce la partie nucléaire de l'élément mâle dans l'ovule. Nous renvoyons aux Notes originales pour les détails de ces curieux phénomènes, qui seront évidemment mieux connus avant peu.

[1] *Bull. Acad. Sc. Cracovie*, 1902.
[2] *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, t. LXXIII, 1902.
[3] P. Bouin (*C. R. Soc. Biologie*, 1903) confirme à cet égard Meves.
[4] *Arch. f. mikr. Anat.*, t. LXII, 1903.
[5] *Arch. f. Protistenk.*, t. II, 1903.
[6] *C. R. Soc. Biol.*, 1903.

[1] *Arch. Zool. Expér.*, (4), t. II, N. et R., p. I.
[2] *Anat. Anz.*, t. XXIV, p. 83, et *Biol. Centralbl.*, t. XXIII, p. 680.

L'homologie des divisions maturatives de l'œuf avec les deux divisions conduisant du spermatocyte de premier ordre aux spermatides est admise par tout le monde. Mais on ne connaissait jusqu'ici, en spermatogénèse, rien d'analogue à l'inégalité de volume qui oppose les globules polaires à l'ovule. Meves[1] signale chez les Hyménoptères (Abeille et Bourdon) des faits de cet ordre. La première division porte sur le spermatocyte de premier ordre; il y a préparation du noyau à une karyokinèse qui ne se termine pas, et il s'isole seulement un bourgeon purement protoplasmique, le premier globule polaire. La deuxième division de maturation est une bipartition karyokinétique typique; l'un des noyaux s'entoure seulement d'une petite quantité de protoplasme et le deuxième globule polaire est ainsi constitué. Le premier meurt assez vite; le second se transforme en spermatozoïde comme la grosse cellule sœur; mais ce globule polaire-spermatozoïde finit vraisemblablement par dégénérer.

Des faits analogues existent pour une Guêpe (*Vespa germanica*): le premier globule est encore uniquement cytoplasmique; mais il y a ensuite division égale et les deux cellules restantes se transforment toutes deux en spermatozoïdes.

Les travaux sur la parthénogénèse expérimentale continuent sans apporter de faits nouveaux bien saillants[2]. Delage[3] a poursuivi l'élevage de ses larves d'Astéries au CO^2 (voir la *Revue* de l'an dernier); en aérant l'eau, en les nourrissant avec du jaune d'œuf et surtout avec des cultures de chlorelles, il a vu pousser les bras de la *Bipinnaria*, puis les papilles de la *Brachiolaria*, et les a conduites tout près de la métamorphose. C'est le meilleur résultat auquel on soit parvenu.

Le même savant[4] a réussi à obtenir le développement parthénogénétique, au moyen de CO^2, d'œufs d'Oursin, qui, comme on le sait, expulsent leurs globules polaires avant de quitter l'ovaire; mais il faut les secouer préalablement. Il a atteint des stades à 32 blastomères.

Bataillon[5] a obtenu la segmentation parthénogénétique des œufs de *Petromyzon planeri* en les plongeant et les *maintenant* dans des solutions de saccharose à 5 ou 6 °/₀ ou dans des solutions isotoniques de NaCl; il obtient ainsi régulièrement de très belles morulas.

Giard a été, avec Bataillon, un des premiers défenseurs de la théorie de la déshydratation pour expliquer le développement parthénogénétique expérimental. Il vient de donner[1] une preuve directe du bien fondé de sa manière de voir : il déshydrate des œufs d'Astéries simplement en les séchant avec du papier buvard. Les œufs remis ensuite dans l'eau de mer donnent 15 °/₀ de développements. Hunter[2] obtient des résultats satisfaisants avec des œufs d'*Arbacia* en les plaçant dans de l'eau de mer concentrée (500 centimètres cubes réduits à 375).

J. Loeb[3], qui a été le promoteur de tout cet important mouvement expérimental sur la parthénogénèse, vient de parvenir à d'autres résultats non moins intéressants. Il a réussi des hybridations d'Oursin et d'Etoile de mer, d'Oursin et d'Holothurie.

Ce problème de l'hybridation entre espèces très éloignées, réputé jusqu'ici chimérique, a été résolu d'une façon extrêmement simple. Il suffit d'alcaliniser très légèrement l'eau de mer normale ou la solution de Vant'Hoff neutre (eau distillée où l'on a fait dissoudre les divers sels constituants de l'eau de mer, à la concentration moléculaire constante qu'ils ont, d'après Vant'Hoff, dans la mer; le Ca, dont la concentration est très variable, est employé à raison de 2 $CaCl^2$ pour 100 NaCl); l'adjonction de 0,0003 à 0,0004 d'une solution de soude normale suffit pour empêcher l'œuf d'Oursin d'être fécondé par son propre sperme, et en revanche pour le rendre apte à l'être par celui d'Astérie. Loeb a même vu l'eau prise en certains points de l'Océan, par exemple dans une région riche en algues, être favorable à ces hybridations. Les hybrides se développent aussi bien que les individus normaux; ils donnent des larves nageuses. On ne sait pas encore si leurs caractères sont intermédiaires entre ceux des deux progéniteurs. Les recherches dans cette direction ne sauraient manquer d'avoir le plus grand intérêt; c'est, d'ailleurs, dans cet esprit qu'elles ont été instituées par Loeb.

On a signalé depuis un an un certain nombre de cas nouveaux de *polyembryonie*, ou de *blastotomie*. On appelle ainsi la production, par division de l'œuf fécondé, à un stade plus ou moins avancé de sa segmentation, d'un certain nombre d'embryons : Robertson[4] l'a reconnu chez un Bryozoaire Cyclostome, le *Crisia occidentalis*; Perkins[5] chez un Cœlentéré, le *Gonionema murbachii*; Marchal[6] chez

[1] *Anat. Anz.*, t. XXIV.
[2] Voir à ce sujet Bohn : *Rev. gén. Sc.*, 1904.
[3] *Archiv. Zool. Experim.* (4), t. II, 1904.
[4] *Ibid.*
[5] *C. R. Acad. Sciences*, t. CXXXVII.

[1] *C. R. Soc. Biologie*, 1904.
[2] *Amer. Journ. of Physiol.*, t. VI, 1901; *Biolog. Bull.*, t. V., 1903.
[3] *Pflüger's Archiv.*, t. IC, et *Univ. California Public., Physiology*, t. I.
[4] *Univ. of California Publ., Zool.*, t. I, n° 3.
[5] *Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia*, t. LIV, 1903.
[6] *Bull. Soc. Entom. France*, 1903; *C. R. Soc. Biologie*, 1904.

un Hyménoptère, le *Polygnotus minutus*; en somme, dans trois groupes où on en connaissait déjà des exemples.

Marchal a cherché à préciser le déterminisme du phénomène. Dans le cas du *Polygnotus*, il constate que l'œuf, qui se trouve dans l'estomac de la Cécidomye du blé, est soumis à deux causes qu'il regarde comme susceptibles l'une et l'autre de déterminer la blastotomie : secouage violent et changement rapide des conditions osmotiques (quand, la Cécidomye commençant à se nourrir, la sève du blé parvient dans son estomac). Dans le cas de l'*Encyrtus fuscicollis*, précédemment étudié par Marchal, le développement de l'œuf et la blastotomie sont concomitants d'une hydratation brusque de l'hôte, qui a passé l'hiver dans un état d'anhydrobiose.

En somme, la blastotomie et la parthénogénèse expérimentale paraissent relever des mêmes déterminismes.

A ce propos, il nous sera permis de faire remarquer que Duclaux, dans ses fines et ingénieuses expériences sur les conditions du développement des « graines » de ver à soie, en particulier sur l'action indispensable du froid, avait montré qu'on obtient un développement précoce en frottant les œufs, en les électrisant, en les plongeant dans l'acide sulfurique; Giard, il y a déjà plusieurs années, a fait ressortir que cette dernière expérience rentre, comme interprétation, dans ce qu'il a appelé l'anhydrobiose. Il nous plaît de rappeler aujourd'hui, au lendemain de la disparition de l'éminent savant, le rôle de précurseur qu'il a joué dans ces questions si captivantes de Biologie générale.

La question de l'origine des jumeaux vrais, c'est-à-dire monochoriaux, qui a déjà suscité tant de travaux, semble devoir être tranchée dans le sens d'une polyembryonie. Trois hypothèses ont été émises pour expliquer l'origine de ces jumeaux : ils proviennent ou bien d'un ovule avec deux vésicules germinatives fécondées par deux spermatozoïdes, ou bien de deux ovules contenus dans un même follicule de Graaf, ou enfin d'un œuf fécondé unique qui se blastotomise à un certain moment de son développement.

Les Tatous ont normalement des jumeaux monochoriaux. Rosner, en 1901, ayant trouvé des follicules de Graaf renfermant quatre ovules dans l'ovaire d'un *Dasypus 9-cinctus*, a attribué la gémellarité chez les *Dasypus* à la structure pluriovulaire des vésicules de Graaf. Cuénot[1] a repris cette étude des ovaires de Tatous et a constaté que les follicules pluriovulaires sont tellement rares que l'hypothèse de Rosner est insoutenable; de plus, il n'a pas vu un seul ovule à deux noyaux; il se rattache donc à l'hypothèse de la polyembryonie.

Les jumeaux monochoriaux sont toujours de même sexe; il en est de même de tous les individus issus d'un même œuf chez les Insectes dans les observations de Marchal, qui voit là un argument en faveur de la détermination du sexe avant toute segmentation de l'œuf.

La question des caractères sexuels secondaires s'est enrichie d'observations intéressantes de Regaud et Policard sur le dimorphisme sexuel des reins d'Ophidiens et de Sauriens[1]. Dans le rein du mâle, un volumineux segment du tube urinifère acquiert un développement considérable et une structure remarquable, en rapport avec une fonction sécrétoire intense (abondants granules probablement calcaires). D'après Guitel[2], certaines espèces de *Lepadogaster* présentent également une variation sexuelle dans les pelotons mésonéphrétiques.

Sous quelle dépendance sont ces caractères sexuels secondaires? L'année qui vient de s'écouler nous apporte un certain nombre de faits nouveaux, non absolument décisifs d'ailleurs, en faveur du rôle de la sécrétion interne des cellules interstitielles; les caractères en question subsistent, en effet, dans le cas de testicules ectopiques ou après la ligature des canaux déférents (or, il y a régression des éléments séminaux, mais non des cellules interstitielles), alors que la castration les supprime (Ancel et Bouin[3], Shattock et Seligmann[4]). Mais, Giard fait remarquer que l'influence humorale n'explique pas tous les faits connus.

L'étude des phénomènes d'atrophie a surtout porté depuis un an sur les cellules sexuelles. C'est ainsi que Ch. Pérez[5] et Dubuisson[6] ont fait connaître de nouveaux faits mettant en lumière le rôle phagocytaire des cellules folliculaires et secondairement des leucocytes dans l'atrophie des ovules et des spermatozoïdes de Batraciens en captivité. Regaud et Tournade ont montré que l'interruption oblitérative du canal déférent, chez le Rat, fait disparaître presque toutes les cellules séminales, qui sont phagocytées par le syncytium des tubes testiculaires.

Mais, dans tous ces cas, on n'est pas dans les conditions naturelles. Regaud, en 1901, a montré que la propriété phagocytaire du syncytium s'exerce à l'état normal pour les cellules mal formées,

[1] *C. R. Soc. Biologie*, 1903.

[1] *Arch. Anat. micr.*, t. VI, 1903.
[2] *Arch. Zool. expér.* (4), t. II, N. et R.
[3] *C. R. Soc. Biologie*, 1903 et 1904. *Arch. Zool. exper.* (4), t. I.
[4] *Proc. Roy. Soc.*, 11 févr. 1904.
[5] *C. R. Soc. Biologie*, 2 juin 1903, et *Ann. Instit. Pasteur*, t. XVII.
[6] *C. R. Acad. Sciences*, 29 juin 1903, p. 1690.

et aussi pour des spermatozoïdes d'apparence normale, mais retardataires. P. Bouin[1] constate que les spermatocytes en dégénérescence, chez divers Myriapodes, sont phagocytés par les spermatocytes voisins qui les utilisent pour leur nutrition. Caullery et Siedlecki[2], étudiant les changements qu'éprouvent les glandes génitales d'Oursin (*Echinocardium cordatum*), en dehors de la période de reproduction, montrent que le fait dominant est la phagocytose totale des éléments sexuels différenciés, restant dans les glandes génitales.

Il convient de donner une place à part au travail de Siedlecki[3] sur le rôle phagocytaire des amœbocytes d'une Annélide (*Polymnia nebulosa*); ils englobent une assez grande quantité d'éléments mâles, spermatides et spermatozoïdes mûrs (c'est un fait que nous pouvons confirmer pour d'autres Annélides), sans doute les moins vigoureux. Les spermatozoïdes qui restent dans le cœlome de l'Annélide, après l'évacuation générale des produits mâles, subissent le même sort. Les amœbocytes englobent aussi les énormes masses plasmiques ou cytophores, qui subsistent comme reliquat de la formation des spermatozoïdes.

Le rôle phagocytaire des amœbocytes apparaît donc ici comme essentiellement économique, puisqu'il permet la rentrée, dans le cycle des échanges nutritifs de l'Annélide, de tous les matériaux de rebut ou en excès dans la spermatogénèse.

II. — Zoologie spéciale.

§ 1. — Protozoaires.

Signalons d'abord le nouveau fascicule du *Traité de Zoologie*, publié sous la direction de E. Ray-Lankester; il est tout entier consacré aux Protozoaires. J.-J. Lister, très connu par ses recherches sur le dimorphisme des *Foraminifères*, y expose, d'une façon particulièrement originale et suggestive, l'histoire de cette classe; il met bien en relief les lacunes encore considérables de nos connaissances relativement au cycle évolutif de ces Protozoaires. — E.-A. Minchin traite en deux cents pages environ des Sporozoaires; son exposé constitue le traité le plus complet et surtout le plus exactement documenté que nous possédions sur ces parasites. — Enfin, S.-J. Hickson donne un chapitre intéressant, malheureusement trop court (60 p. seulement), sur les Infusoires Ciliés.

Léger[4] vient de publier une étude d'ensemble sur l'évolution sexuée des Grégarines Stylorhynchides des Coléoptères Ténébrionides. Des deux individus qui s'unissent dans un kyste, l'un donne des produits mâles, l'autre des produits femelles. Fait extrêmement curieux, l'élément mâle, qui ressemble tout à fait à un Infusoire flagellé, renferme plus de matières de réserve, et il est plus volumineux que le produit femelle; son noyau est vésiculeux comme celui de l'élément femelle; on dirait celui d'un spermatozoïde qui dépasse à peine le stade de spermatide. C'est l'élément mâle qui va à la rencontre de l'élément femelle; par l'union complète des deux éléments et de toutes leurs parties constituantes, se forme une *copula* qui devient le sporocyste (ou spore) bien connu des Grégarines.

Chez d'autres Grégarines (*Pterocephalus* des Myriapodes), étudiées par Léger et Duboscq[1], la sexualité des deux individus qui s'accolent sous un même kyste est apparente de très bonne heure, et ici le spermatozoïde, nettement plus petit que l'ovule, est presque complètement constitué par de la chromatine, en masse compacte; il ressemble beaucoup aux microgamètes des Coccidies.

Si l'on considère l'ensemble Grégarines-Coccidies (Sporozoaires ectosporés ou Télosporidies), on a donc toutes les étapes entre l'isogamie en apparence parfaite (cas des *Monocystis* de Siedlecki et Cuénot) et l'anisogamie extrême.

D'autres contributions au cycle évolutif des Protozoaires ont un intérêt spécial en ce que ces cycles se compliquent d'une alternance d'hôtes, et, parce la même, elles touchent aux questions les plus importantes sur la transmission de certains parasites pathogènes.

Voilà sept ans que l'on connaît le cycle évolutif des Hématozoaires endoglobulaires, dont le parasite du paludisme est le type. On sait depuis plus longtemps encore que les piroplasmoses, autres maladies à parasites endoglobulaires, sont transmises par les Tiques, et que ce sont les Tiques, filles de celles qui ont sucé du sang infecté, qui inoculent la maladie aux animaux (Bœufs) sains. En revanche, on ne savait rien de précis sur le cycle évolutif des Hémogrégarines, que l'on rencontre si fréquemment dans les globules rouges des Vertébrés à sang froid. Les recherches de Siegel[2] ont montré que, pour l'Hémogrégarine de la Tortue d'eau, l'agent de transmission est une Sangsue ectoparasite. Toute une partie du cycle évolutif de l'Hémogrégarine se passe dans le corps de la Sangsue, qui est apte à inoculer de nouveaux germes, contenus dans ses diverticules pharyngiens, à une autre Tortue.

Schaudinn a trouvé un cycle évolutif analogue pour une Hémogrégarine du Lézard; mais, ici, le second hôte est un Ixode.

[1] *C. R. Soc. Biologie*, 1903, p. 765.
[2] *C. R. Acad. Sciences*, 28 sept. 1903, p. 496.
[3] *Ann. Inst. Pasteur*, t. XVII, 1903.
[4] *Arch. f. Protistenk.*, t. III, 1904.

[1] *Arch. Zool. expérim.*, (4), t. I, 1903, N. et R.
[2] *Arch. f. Protistenk.*, t. II, 1903.

Il est probable que toutes les Hémogrégarines ont un second hôte, Acarien ou Hirudinée, suivant que l'hôte Vertébré mène une vie aérienne ou aquatique.

Ce n'est pas diminuer l'intérêt de ces faits nouveaux en disant qu'ils avaient été prévus. Ceux que Schaudinn[1] vient d'annoncer sont tellement imprévus que, malgré la légitime autorité que ce savant s'est acquise en peu d'années par la suite de ses travaux remarquables, ses conclusions seront difficilement admises sans discussion ni contrôle.

On peut les résumer simplement ainsi : certains Hématozoaires endoglobulaires d'Oiseaux ont, dans leur cycle évolutif, de véritables Trypanosomes ou de véritables Spirochètes (qui eux-mêmes ne sont que des Trypanosomes extrêmement ténus).

Les recherches de Schaudinn ont porté sur deux espèces d'Hématozoaires endoglobulaires de la Chevêche (*Athene noctua*), qui évoluent chez le Moustique commun (*Culex pipiens*). Ce sont les ookinètes, — vermicules mobiles, résultant de la fécondation, dans l'estomac du Moustique, des macrogamètes par des microgamètes, — qui vont se transformer en Trypanosomes. Pour une des espèces, les Trypanosomes sont assez volumineux et trapus. Mais, pour l'autre, ils se forment en grand nombre à la surface de l'ookinète; ils continuent à se diviser, s'étirent, s'unissent par deux par leurs extrémités postérieures, et deviennent, dit Schaudinn, des Spirochètes, indistinguables des Spirochètes typiques, de la fièvre récurrente par exemple.

Trypanosomes ou Spirochètes représenteraient essentiellement la phase de multiplication asexuée, chez le Moustique comme chez l'Oiseau, des Hématozoaires endoglobulaires auxquels ils sont liés. Ce sont eux qui sont inoculés par la trompe du Moustique.

A un moment donné, dans le sang de l'Oiseau, des formes flagellées, différenciées dans les sens mâle et femelle, deviennent endoglobulaires et, après de nouvelles péripéties dans le détail desquelles nous ne pouvons entrer, donnent les gamètes, qui ont été notre point de départ et dont l'évolution ne peut se compléter que chez le Moustique.

C'est donc une véritable révolution que Schaudinn tend à introduire en Protistologie, en établissant des liens ontogénétiques entre organismes que l'on était habitué à placer dans deux classes ou même dans deux règnes différents.

Fort des faits qu'il considère comme établis d'une façon définitive pour les parasites de l'*Athene*, Schaudinn nous fait prévoir que la révolution s'étendra à d'autres Hémocytozoaires : d'ores et déjà, il annonce que l'Hématozoaire du paludisme présente des Trypanosomes dans son cycle évolutif, qu'il y a des raisons pour supposer qu'il en est de même pour les Piroplasmes, qu'enfin le microbe de la fièvre jaune, qui, comme les travaux de ces dernières années l'ont montré, traverse des bougies relativement peu perméables, pourrait bien être quelque Spirochète ultra-microscopique, visible seulement à l'état d'agglutinats en rosaces.

Cette idée que le parasite de la fièvre jaune est un Protozoaire ressort, d'ailleurs, nettement du parallélisme entre son évolution chez le Moustique et celle de l'Hématozoaire de Laveran; dans un cas comme dans l'autre, le Moustique qui a sucé du sang parasité ne peut réinoculer la maladie qu'après une douzaine de jours environ.

Les diverses recherches sur les cycles évolutifs de Protozoaires dont nous avons parlé ont encore mis en évidence d'autres faits d'intérêt général que nous devons indiquer. La plupart des parasites qui ont des Invertébrés, soit comme hôte unique (ex. : les *Herpetomonas*, que vient de réétudier Prowazek), soit comme second hôte, sont capables d'aller, sous une de leurs nombreuses formes évolutives, parasiter les ovules. Si l'infection est intense, il y a castration parasitaire; si elle reste modérée, l'ovule est encore capable de donner un nouvel individu, qui sera parasité *héréditairement*.

Le cas a été observé : par Siegel pour les Sangsues qui ont sucé du sang à Hémogrégarines (on retrouve, en effet, les parasites dans les glandes œsophagiennes de leurs embryons, encore au stade de nutrition vitelline); par Schaudinn chez les Ixodes des Lézards, chez les *Culex pipiens* ayant sucé du sang parasité d'*Athene noctua*, et *une seule fois* chez un Anophèle renfermant l'Hématozoaire du Paludisme. Prowazek[1] a vu des *Herpetomonas* aller contaminer les ovules des Mouches parasitées.

Tous ces faits s'ajoutent à l'exemple classique de la pébrine des Vers à soie. La transmission héréditaire des infections à Protozoaires chez les Invertébrés n'est donc pas rare; elle s'explique par la mobilité amiboïde des Protozoaires, qui peuvent ainsi pénétrer à l'intérieur des cellules, ce qui est impossible aux Bactériacées par exemple.

Au point de vue de l'étiologie des maladies à Protozoaires, le fait est important à considérer. Généralement, on ne tient compte que du cycle :

Vertébré — Invertébré adulte — Vertébré, etc.

Le fait de l'infection héréditaire multiplie les jalons entre deux infections du Vertébré.

[1] *Arb. a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte*, t. XX, 1904.

[1] *Arb. a. d. Kais. Gesundheitsamte*, t. XX, 1904.

On a, en effet, entre deux Vertébrés :

Invertébré adulte → œuf, puis larve,
puis nouvel adulte de l'Invertébré →

Et il n'est pas illogique de supposer que le parasite peut se propager ainsi, par voie héréditaire, d'Invertébré à Invertébré, sans repasser par le Vertébré.

L'œuf, avec ses membranes, constitue, pour le parasite, l'équivalent physiologique des enveloppes du sporocyste ou du kyste de résistance.

On conçoit ainsi qu'une maladie de Mammifères, par exemple, se perpétue dans une région, même en l'absence de tout Mammifère propre à l'infection naturelle. C'est là une notion qui ressort nettement des recherches récentes, et que ne devront pas perdre de vue les hygiénistes. D'après Schaudinn lui-même, le fait n'aurait aucune importance pratique dans le cas du paludisme. Il n'en est pas de même pour les piroplasmoses ; si, dans ce cas, on n'a pas suivi les parasites chez les Tiques, il n'en résulte pas moins, d'une part des expériences d'infection par les Tiques-filles (Smith et Kilborne), et d'autre part de l'analogie avec ce qui se passe pour les Hémogrégarines, que l'infection héréditaire est la règle.

Le rôle des mouches dans l'évolution des maladies à Trypanosomes est à reprendre avec cette conception nouvelle. Malgré les belles recherches de Bruce, on est probablement loin d'avoir épuisé tout ce qui concerne le rôle des Tsétsé dans la propagation des trypanosomiases humaines et animales. Dans beaucoup de ces cycles évolutifs avec alternances de génération, c'est l'hôte-Invertébré qui est zoologiquement le plus important à considérer, peut-être même le seul indispensable. Pour certaines infections au moins, on ne les aura réellement extirpées d'une région que quand l'hôte-Invertébré aura disparu.

Le nombre de ces infections à Hématozoaires va en augmentant de jour en jour. On découvre partout de nouvelles trypanosomiases animales ; on a démontré l'existence, en Afrique, d'une trypanosomiase humaine, dont une étape finale n'est autre que la maladie du sommeil.

Les maladies à Piroplasmes ne sont plus l'apanage des animaux. Chez l'homme, la « spotted fever », localisée à une petite région des Montagnes Rocheuses, — une splénomégalie de l'Inde, de l'Assam et sans doute de bien d'autres régions (puisqu'on vient de la signaler en Tunisie et dans le Bahr-el-Gazal), — enfin le bouton d'Alep, — relèvent de ces parasites ou de formes voisines.

L'importante contribution de Schaudinn[1] à l'étiologie de la dysenterie est basée uniquement sur des considérations de Zoologie pure : il a établi qu'on confondait sous le nom d'*Amoeba coli* deux espèces dont l'une seulement est pathogène.

Ajoutons, enfin, que l'on commence à savoir cultiver *in vitro* et *purement* certains de ces parasites, comme par exemple le *Trypanosoma Lewisi* du sang des Rats[1]. Certaines formes de culture sont tellement petites qu'elles traverseraient les bougies Berkefeld !

Les travaux relatifs au cycle évolutif des Protistes ont également mis en évidence la généralité des phénomènes que l'on désigne souvent sous le nom d'*autogamie*, et qui ne sont pas sans ressemblance avec certains cas bien connus de parthénogénèse chez les Métazoaires.

Le Protiste, qui se prépare à l'autogamie, après s'être ou non enkysté, avoir dégagé ou non la partie *sexuelle* de son noyau, se divise en deux; il y a, en particulier, division du noyau sexuel. Chacun de ces deux noyaux s'*épure*, généralement par deux bipartitions, qui rappellent tout à fait la formation des globules polaires dans l'ovogénèse des Métazoaires. Puis les deux individus se recombinent avec fusion de leurs noyaux épurés.

L'exemple classique d'autogamie est celui de l'*Actinosphærium*, et tous les biologistes connaissent les remarquables observations de R. Hertwig à ce sujet. Depuis deux ans, un grand nombre de cas nouveaux en ont été fournis : d'abord, et simultanément, chez les *Schizosaccharomyces* (Guilliermond et Barker) et les Bactériacées (Schaudinn), puis chez des Champignons inférieurs, les *Basidiobolus* (Lœwenthal), chez l'*Entamœba coli* (Schaudinn), le *Bodo lacertæ* et le *Trichomastix lacertæ* (Prowazek). Certains ookinètes à caractère femelle des Hématozoaires étudiés par Schaudinn (v. *supra*) peuvent, après leur transformation en Trypanosomes, présenter des phénomènes analogues.

Faut-il voir, dans ces cas de sexualité rudimentaire, un phénomène primitif, ou un phénomène résiduel ? Il serait bien téméraire de répondre. On explique souvent l'utilité de la conjugaison par l'amphimixie; il ne saurait en être question ici, où tout se borne généralement à une auto-réjuvénescence nucléaire. D'ailleurs, pour R. Hertwig, l'essence des phénomèmes sexuels chez les Protozoaires et peut-être même chez les Métazoaires consiste dans une « régulation » des rapports du protoplasme et du noyau. (V. *supra*.)

Au point de vue du cycle évolutif et de la sexualité, on voit donc que, en l'état actuel de nos connaissances, les Protozoaires n'ont rien à envier aux Métazoaires; au contraire!

[1] *Arb. a. d. Kais. Gesundheitsamte*, t. XIX, 1903.

[1] Novy et Mc Neal : *Contrib. to med. Research*, juin 1903, *Journ. of infect. Dis.*, t. I, 1904.

Les recherches récentes les montrent aussi plus différenciés histologiquement qu'on ne l'avait supposé jusqu'ici.

C'est ainsi que Neresheimer[1] vient de décrire, chez le *Stentor cœruleus*, des éléments longitudinaux fibrillaires, extérieurs aux myonèmes et qu'il considère comme des éléments nerveux (neurophanes) agissant sur les myonèmes : les Infusoires qui en sont pourvus sont, à l'exclusion des autres Infusoires, sensibles à l'action des poisons du système nerveux des animaux supérieurs.

Une autre complication dans l'organisation des Protozoaires consiste en ce que certains présentent, à un moment donné de leur évolution, une partie *somatique* distincte de la partie *génitale*; c'est le cas pour les Grégarines étudiées par Léger (*l. c.*). Chez les Stylorhynchides, le *soma*, pourvu de noyaux d'un type particulier, ne survit pas à la différenciation des gamètes; mais, chez les *Gregarina*, les parties somatiques y survivent; par leurs mouvements amiboïdes, elles servent au brassage des gamètes, et, plus tard, elles se transforment en sac contractile muni de sporoductes.

On observe une complication de même degré chez les Actinomyxidies, sortes de Myxosporidies supérieures parasites des Oligochètes, sur lesquelles nous avons récemment appelé l'attention[2] : très tôt dans l'évolution de ces organismes, il y a séparation des éléments purement somatiques et des futurs éléments germinaux. Les Actinomyxidies offrent encore une autre particularité digne d'intérêt. Les spores ont une enveloppe plurinucléée (à laquelle se rattachent les trois capsules polaires) et un contenu plasmodial avec très nombreux noyaux. Ce contenu se développe *en dehors* de l'enveloppe et n'y pénètre que très tardivement.

§ 2. — **Métazoaires.**

1. *Mésozoaires. Spongiaires. Cœlentérés.* — Ainsi chaque année nous apporte de la structure, de la reproduction sexuée, du cycle évolutif des Protozoaires, une image plus complexe. Ils ont subi une différenciation aussi profonde que les Métazoaires; et il n'y a presque que de l'invraisemblance à supposer, parmi les types élevés de Protozoaires que révèle la faune actuelle, les représentants des formes simples par lesquelles ont dû débuter les Métazoaires. Ce ne sont pas des Mésozoaires et ce n'en sont pas davantage, au sens propre du mot, les formes simplifiées que l'on a appelées ainsi, les Dicyémides et les Orthonectides, à côté desquels viennent se ranger un certain nombre d'autres types récemment découverts. Leur nombre s'est augmenté, cette année; d'abord d'un curieux parasite, trouvé par Neresheimer[1], à Villefranche, dans des Appendiculaires (*Fritillaria*) et appelé par lui *Lohmanella*. On y peut distinguer une paroi extérieure rudimentaire, terminée antérieurement par un bouquet de pseudopodes fixant le parasite à son hôte, et un sac interne formé d'un épithélium cylindrique; ce sac se décompose en vésicules sphériques, sortes de *blastula* assurant la propagation de l'espèce. L'auteur propose de faire de cet organisme le type d'un groupe nouveau, qu'il appelle les *Blastuloïdea* et auquel appartient peut-être un être décrit comme Protozoaire, l'*Amœbophrya*. De notre côté, nous avons rencontré, dans une Annélide de la famille des Térébelliens, un parasite (*Pelmatosphæra*) rappelant les Orthonectides, mais s'en distinguant en ce que les individus nés dans les productions correspondant aux plasmodes sont asexués. C'est un type voisin, dont le cycle évolutif doit être assez notablement différent.

La connaissance du cycle évolutif des Dicyémides vient de faire de notables progrès par les recherches de Hartmann[2]. Il a définitivement établi que, chez les Céphalopodes jeunes, ces parasites ne présentent que des individus nématogènes, et qu'à une phase ultérieure (Céphalopodes de taille moyenne) ils deviennent rhombogènes ; enfin, chez les Céphalopodes âgés, c'est-à-dire à une phase très ancienne de l'infection, ils redeviennent probablement nématogènes (nématogènes secondaires). Mais, surtout, il a montré que les germes des rhombogènes, d'où proviennent les mâles, sont de véritables ovules, qui sont fécondés et qui expulsent des globules polaires, tandis que, dans la première phase de l'infection (nématogènes primaires), il n'y a ni fécondation, ni phénomènes de maturation des cellules-germes. Il incline à penser, sans l'avoir pu démontrer rigoureusement, que les nématogènes secondaires donnent aussi des germes fécondables et fécondés, et que les femelles qui en résultent sont capables de supporter le contact de l'eau de mer et de propager ainsi l'infection d'un hôte à un autre.

Hæckel avait désigné autrefois sous le nom de *Physemaria*, et placé à la base des Métazoaires sous le nom général de Gastréades, des êtres très simples, à feuillet interne composé de cellules flagellées à collerettes comme celles des Éponges. On avait élevé parfois des doutes sur l'exactitude des observations de Haeckel; il est donc intéressant de constater que l'une des formes en litige vient d'être retrouvée par Leon[3], près de Bergen, et décrite par lui sous le nom de *Prophysema hæc-*

[1] *Archiv f. Protistenkunde*, t. II, 1903.
[2] *C. R. Soc. Biologie*, t. LVI, 5 mars 1904.

[1] *Zeitschr. für wiss. Zool.*, t. LXXVI, p. 137.
[2] *Biol. Centralbl.*, t. XXIV, janv. 1904.
[3] *Zool. Anz.*, t. XXVI, p. 418.

keli. Ce sont probablement des Éponges très simples.

Les Spongiaires ont donné lieu à une étude générale de leur physiologie due à Cotte[1]; la *Revue* l'a récemment analysée, et nous nous bornerons, par suite, à en signaler l'intérêt et la précision, en en indiquant quelques grandes lignes. C'est surtout la nutrition que Cotte a étudiée ; il a reconnu que la digestion de ces animaux, comme celle des Cœlentérés, est intracellulaire ; il a recherché les diverses diastases que renferment ces organismes; ses observations sur leurs pigments ont porté surtout sur les lipochromes, dont il a confirmé, suivant les idées de Krukenberg, la parenté avec la cholestérine ; ce travail d'ensemble, dans un domaine antérieurement très peu exploré, et très obscur, est une addition très importante à ce que nous savions sur les Éponges et, d'une manière générale, sur la physiologie des types inférieurs.

Parmi les travaux relatifs aux Cœlentérés, nous mentionnerons deux types nouveaux qui méritent d'attirer l'attention : d'abord le *Pelagohydra mirabilis*, trouvé par Dendy[2] à la Nouvelle-Zélande et qui offre l'exemple rare d'un polype adapté à la vie pélagique; puis l'*Hydroctena Salenskii*, rencontré par C. Dawydoff[3] aux Moluques. Cette dernière espèce a la forme générale d'une Méduse, en possède l'ombrelle, le velum, le manubrium. Mais, d'autre part, elle a l'organe sensoriel aboral et les tentacules d'un Cténophore et, jusqu'à un certain point aussi, les canaux gastrovasculaires de cette classe ; elle n'en possède pas les palettes ciliées. C'est donc une forme qui participe à la fois des Méduses et des Cténophores. Selon Maas, l'existence de l'organe aboral suffit pour la rattacher nettement aux Cténophores; elle n'en constitue pas moins un type remarquable, de même que les *Ctenoplana* et *Cœloplana*. Ce dernier vient d'être retrouvé au Japon.

2. *Plathelminthes*. — Bresslau[4] publie un travail sur les Turbellariés, qui renferme des données très intéressantes au point de vue de la Biologie générale. Il a étudié, dans une série d'espèces, d'une façon comparée, les œufs d'hiver et les œufs d'été. Les premiers possèdent une coque épaisse et une beaucoup plus grande richesse en cellules vitellogènes annexées à l'œuf proprement dit; l'étude en est, d'ailleurs, très difficile; les seconds ont une coque mince et moins de cellules vitellogènes; de plus, leur développement s'accomplit, en partie au moins, dans l'utérus maternel. Toutes les espèces n'ont pas ce dimorphisme des œufs; Bresslau montre que l'œuf d'été doit être considéré comme une addition secondaire, plus ou moins complètement réalisée suivant les types, et correspondant à une reproduction de plus en plus hâtive dans la vie du parent. Mais, surtout, il met en évidence des modifications adaptatives curieuses des cellules vitellogènes dans ces cas ; chez le *Mesostomum Ehrenbergi*, par exemple, où les œufs d'été sont bien différenciés, ces cellules, au lieu d'être des masses inertes de substances de réserve, sont devenues des éléments vacuolaires qui jouent un rôle actif d'intermédiaires dans les échanges osmotiques entre le parent et l'embryon.

Nous trouvons, cette année, une constatation de fait qui paraît trancher une question longtemps controversée : quelle est la signification morphologique des générations d'embryons intercalées dans le cycle évolutif des Trématodes digéniques? Les Rédies et les Cercaires dérivent-ils d'ovules parthénogénétiques et en même temps progénétiques, ou bien proviennent-ils de groupes de cellules ayant la valeur de bourgeons? On penchait, à vrai dire, nettement pour la première alternative. Reuss[1], étudiant les sporocystes de *Distomum duplicatum*, parasites dans l'Anodonte, a vu chaque Rédie dériver d'une cellule unique, qui, avant de subir la segmentation proprement dite, émet deux cellules petites et interprétables, semble-t-il, comme des globules polaires; la Rédie provient donc bien, d'après cela, d'un ovule.

Nous mentionnerons encore, relativement aux Plathelminthes, un Mémoire où von Graff[2] a réuni tout ce que l'on sait sur les Turbellariés parasites, dont l'étude est intéressante pour déterminer l'origine de groupes tels que les Trématodes; le terme le plus modifié de cette série est le genre *Fecampia*, découvert par Giard chez divers Crustacés, et que nous avons nous-mêmes réétudié en détail.

Signalons un Cestode, parasite d'une Grèbe, le *Dioïcocestus acotylus*, étudié par Furhmann[3]; ce genre, par une exception unique, est unisexué ; on le trouve par couples de deux individus, l'un mâle, l'autre femelle.

La question de savoir comment les parasites intestinaux résistent aux ferments digestifs vient d'être réétudiée par Weinland et par Dastre et Stassano[4], à la lumière des résultats acquis pendant ces dernières années dans le domaine des ferments. Ces auteurs ont montré que des macéra-

[1] *Bull. Scientif. France et Belgique*, t. XXXVIII, p. 420. — V. Anal. *Rev. Gén. Sc.*, 1904, p. 360.
[2] *Quart. Journ. Micr. Sc.*, t. XLVI, p. 1.
[3] *Zool. Anz.*, t. XXVII, p. 223.
[4] *Zeitschr. für wiss. Zool.*, t. LXXVI.

[1] *Zeitschr. für wiss. Zool*, t. LXXIV.
[2] *Festschr. Univ. Gratz.*
[3] *Zool. Anz.*, t. XXVII, p. 327.
[4] *Zeitschr. f. Biol.*, t. XLIV, 1902, et *C. R. Soc. Biol.*, 1903.

tions de *Tænia* renferment des antiferments neutralisant l'action des ferments de l'hôte, et plus spécialement une antikinase. Ce mode de résistance expliquera sans doute la spécificité des hôtes de beaucoup de parasites, ceux-ci étant adaptés aux ferments digestifs d'une espèce animale déterminée.

3. *Trochozoaires en général.* — Un très long Mémoire de Lang[1] constitue un examen critique de l'ensemble des faits et spéculations publiés, depuis vingt-cinq ans, sur les animaux dont la larve Trochophore est le lien commun, et aussi sur d'autres groupes d'Invertébrés plus ou moins éloignés. Ce Mémoire serait même curieux à étudier pour juger les méthodes morphologiques et embryologiques et en mesurer la portée. Abstraction faite des conclusions personnelles de l'auteur, il rassemble de nombreux documents. Expliquons-en seulement quelques grandes lignes.

Fidèle à ses anciennes idées, Lang ne considère pas la Trochophore comme un ancêtre véritable; il lui accorde toutefois une grande valeur phylogénique en admettant qu'elle était un stade du développement des formes ancestrales d'où sont sortis les Trochozoaires. Mais il continue à faire dériver les Annélides, par exemple, de formes déjà très allongées, telles que les Némertiens, où la métamérie a apparu ensuite, et non d'une Trochophore, dont le corps se serait progressivement allongé et métamérisé à mesure. La cavité générale des Annélides résulte de l'extension des glandes génitales d'animaux tels que les Némertiens : c'est un *gonocèle* régularisé. Il fait valoir, entre autres, à l'appui de ces idées, les résultats acquis par Goodrich[2] relativement aux organes excréteurs de tous ces groupes. En montrant que le type fondamental de ces organes, chez les divers Trochozoaires, est formé de tubes aveugles vers le cœlome, terminés par ces cellules tubuleuses, à long flagellum interne, qu'il a appelées *solénocytes*, et que les pavillons ciliés cœlomiques marquent l'union secondaire de l'appareil excréteur proprement dit et de l'appareil évacuateur des produits génitaux, Goodrich a évidemment rapproché beaucoup les Trochozoaires des Plathelminthes et augmenté la force du système de Lang.

Si l'on considère la larve Trochophore elle-même, la façon dont l'envisage Lang s'accorde avec l'interprétation qui prévaut aussi aujourd'hui pour une autre forme larvaire non moins importante, le Nauplius, et rien ne s'oppose à adopter ces vues, tout en conservant à la Trochophore une haute valeur phylogénique, comme en témoignent les divers travaux d'embryogénie morphologique exécutés depuis dix à quinze ans sur les divers Trochozoaires. L'un des derniers parus est la thèse de Robert sur le développement des Troques[1], où l'auteur a suivi avec une minutieuse précision la généalogie des cellules qui composent l'embryon jusqu'à un stade avancé. Depuis l'étude analogue, faite d'une façon magistrale par E. B. Wilson, en 1892, sur une Annélide du genre *Nereis*, une série de Mémoires non moins précis a été publiée, surtout en Amérique, sur plusieurs Annélides, sur des représentants des diverses classes de Mollusques, sur des Hirudinées, des Géphyriens, etc.; ils ont montré une uniformité étonnante du plan de la segmentation, de l'origine des feuillets et des divers organes de la Trochophore : on peut dire que, dans cet ensemble si vaste, les organes ectodermiques (organe apical et ganglion nerveux, velum, stomodœum), les diverses régions de la larve, le mésoderme, l'endoderme proviennent rigoureusement des mêmes cellules au cours de la segmentation. Le développement de tous ces types a vraiment le caractère d'une mosaïque qui se répète partout la même. Il s'en dégage donc une confirmation éclatante de la haute valeur phylogénique de la Trochophore, et ces homologies s'étendent peut-être plus loin jusqu'aux Turbellariés Polyclades. Il y a là un des ensembles les plus cohérents de l'embryogénie des Invertébrés.

A cette même série de résultats, se rattachent, parmi les travaux parus depuis un an, une étude de Sukatschoff[2], sur le développement du *Nephelis*, une Note de Torrey[3] sur l'origine du mésoblaste d'un Géphyrien armé (*Thalassema*), et une autre de Gerould[4] sur le développement d'un Géphyrien inerme (*Phascolosoma vulgare*), qui éclaircit d'ailleurs, en outre, la signification des particularités qu'offre celui du Siponcle.

4. *Mollusques.* — Ceux de ces travaux relatifs aux Mollusques ont beaucoup précisé l'organogénèse de ces animaux; l'un des plus soignés et des plus récents est celui de Meisenheimer[5] sur le Lamellibranche *Dreissenia polymorpha*.

Robert, dans son Mémoire sur les Troques, n'a étudié que rapidement les dernières phases du développement. Nous n'en signalerons que l'appui qu'il apporte à la théorie émise antérieurement par Pelseneer relativement à la torsion des Gastéropodes; elle attribue ce phéno-

[1] *Jenaïsche Zeitschr. f. Naturwiss.*, t. XXXVIII, p. 1-376.
[2] Voir *Quart. Journ. Micr. Sc.*, t. XXXVII, XXXIX, XL, XLI, XLII, XLIII, XLVII.

[1] *Arch. Zool. Exp.*, (3), t. X.
[2] *Zeitschr. für wiss. Zool.*, t. LXXIII.
[3] *Anat. Anz.*, t. XXI, p. 247.
[4] *Arch. Zool. Expér.*, (4), t. II, N. et R.
[5] *Zeitsch. für wiss. Zool.*, t. LXIX.

mène à l'antagonisme du pied et de la cavité palléale. Les observations de Robert sur les Troques, comme celles de Boutan sur divers types, en fournissent une vérification très nette. Le sens de cette torsion est d'ailleurs fixé, comme l'a constaté d'abord Crampton, dès la première division de l'œuf, où il est indiqué par l'orientation du fuseau de la division karyokinétique.

Les anomalies que le développement des Céphalopodes offrait, par rapport à la théorie des feuillets, disparaissent successivement. Des recherches récentes de Teichmann[1] sur le développement du Calmar (*Loligo*) permettent de ramener à une ébauche endodermique l'origine du mésenteron, qui paraissait dériver paradoxalement du mésoderme.

Un nouveau Mollusque, parasite interne des Holothuries, s'ajoute à la liste des formes déjà connues. C'est l'*Entosiphon deimatis*, trouvé par Kœhler et Vaney[2], et il forme un très heureux intermédiaire entre les parasites externes (*Stylifer*) et les formes tout à fait modifiées, seules connues jusqu'ici (*Entoconcha*, etc...). Il offre ainsi une vérification complète des hypothèses que Schiemenz avait faites pour expliquer ces dernières.

Grosvenor[3] vient de trancher une curieuse question relative aux nématocystes que présentent les Æolidiens à l'extrémité de leurs sacs hépatiques. On les considère généralement comme appartenant en propre à ces Mollusques, quoique déjà, en 1858, Wright ait émis l'opinion qu'ils provenaient, en réalité, des Cœlentérés dont se nourrissent les Æolidiens. C'est ce que viennent de vérifier, d'une manière indépendante, Glaser[4] et Grosvenor. Ce dernier a varié les observations et les expériences, notant l'absence des nématocystes chez les Æolidiens qui ne vivent pas sur des Cœlentérés et établissant une corrélation intime entre les diverses formes des nématocystes chez les Æolidiens et les espèces de Cœlentérés dont ils se nourrissent. Il est curieux de voir des cellules de la proie utilisées ensuite par l'animal comme armes de défense.

Enfin, nous devons signaler les nombreux travaux auxquels donne lieu actuellement la production des perles. Il en résulte d'abord, comme l'avait indiqué autrefois de Filippi, que la cause la plus fréquente de ces précieuses concrétions est la présence de parasites dans le Mollusque, soit des Cercaires de Trématodes enkystés, soit des larves de Cestodes. C'est ce qu'ont vérifié Lyster Jameson, R. Dubois, Seurat, Herdman, Mc Intosh sur des points variés. Les observations de Boutan[5] précisent le mécanisme de la formation des perles fines; elles proviennent de Cercaires qui, parvenus dans l'espace compris entre le manteau et la coquille, sont enveloppés ensuite par ce manteau, qui se referme sur eux en une vésicule close; celle-ci est tapissée ainsi par l'épithélium palléal, qui est l'organe producteur de la nacre et qui continue à sécréter cette substance. Il reste, cependant, à analyser avec plus de précision ces rapports entre l'hôte et le parasite. Le problème de la *margarose artificielle*, suivant l'expression de Giard, c'est-à-dire de la production volontaire des perles, semblerait donc pouvoir être résolu si l'on arrivait à faire pulluler dans les Mollusques perliers le parasite perligène. R. Dubois dit avoir obtenu des résultats caractérisés dans ce sens, sur des huîtres perlières des côtes de Tunisie, transportées à Tamaris et placées dans des conditions qu'il n'indique pas en toute précision. Le problème est certainement très complexe, car, pour multiplier le parasite, il faut lui fournir la possibilité de réaliser tout son cycle évolutif, c'est-à-dire les hôtes où il commence et où il achève son développement, hôtes aujourd'hui encore très mal connus; en outre, comme le remarque Seurat, ce n'est que dans des conditions exceptionnelles, mal définies, que les perles produites deviennent grosses. Les difficultés sont donc encore très nombreuses, mais pourront peut-être être surmontées.

5. *Arthropodes.* — Nous nous bornerons à quelques remarques sur les Abeilles. Von Ihering[1] vient de publier un important Mémoire sur les Mélipones et les Trigones, Abeilles sociales des tropiques, moins différenciées que nos Apides d'Europe et sur lesquelles, pour la première fois, sont effectuées des recherches suivies dans des conditions favorables. Nous n'entrerons pas dans le détail des nombreux faits que contient ce Mémoire; nous n'en retiendrons que l'adhésion formelle de l'auteur à la théorie classique de Dzierzon sur le déterminisme du sexe des Abeilles (v. *Revue*, 1903) et une remarque générale très judicieuse pour l'étude des mœurs des Hyménoptères sociaux. Ihering fait observer que ces animaux sont essentiellement des habitants de la zone chaude, que c'est là qu'ils se sont différenciés, et que, dans les régions tempérées et froides, ils se sont modifiés par des adaptations secondaires au froid; c'est donc dans les régions tropicales qu'il faut chercher à reconstituer leur histoire. Déjà, au cours de ses longues observations faites au Brésil, il a découvert des particularités qui justifient cette opinion; ainsi, les colonies de certaines formes, telles que

[1] *Verhandl. Deutsch. Zool. Gesellsch.*, 1903, p. 42.
[2] *Rev. Suiss. Zool.*, t. XI, 1903.
[3] *Proc. Roy. Soc. London*, t. LXXII, p. 462.
[4] *John. Hopk. Univ. Circul.*, vol. XXII.
[5] *Arch. Zool. Experim.*, (4), t. II, 1904.

[1] *Zool. Jahrb.*, *Syst.*, t. XIX, p. 179.

les *Polybia* ou les Bourdons, dans l'état de Sao-Paulo, en raison de la douceur de l'hiver, ne disparaissent pas en automne, et la vie sociale y est beaucoup plus complète que chez les Bourdons de nos pays; par contre, en Norvège, les Bourdons sont retournés à peu près complètement à la vie solitaire. Les recherches de von Ihering, commencées depuis plus de vingt ans, et auxquelles s'associe maintenant son fils R. von Ihering, peuvent donc nous faire présager, dans ces intéressantes questions, beaucoup de progrès nouveaux. L'état actuel de nos connaissances sur la phylogénie de la vie sociale des Abeilles vient, d'ailleurs, d'être résumé dans son ensemble avec beaucoup de clarté par von Buttell Reepen[1]. Sur le déterminisme du sexe chez les Apides, cet auteur maintient aussi l'exactitude de la loi de Dzierzon.

6. *Tuniciers.* — Le mouvement des recherches sur ce groupe s'est notablement ralenti pendant ces dernières années; une série récente d'études de Salensky[2] sur les Appendiculaires met en évidence chez eux des variations anatomiques importantes. Nous nous bornerons à signaler ici les résultats très intéressants obtenus sur le cœur et ses annexes, épicarde ou procarde. Van Beneden et Julin ont montré l'importance capitale de ces formations chez les Tuniciers bourgeonnants. On les a retrouvées au cours de ces dernières années chez les Ascidies simples. On ne les connaissait pas chez les Appendiculaires. Salensky vient de combler cette lacune, mais en constatant qu'elles sont plus ou moins réduites. Ainsi, tandis que les deux procardes sont encore bien développés chez l'*Oikopleura vanhöffeni*, où le cœur est formé par le procarde gauche, ce dernier seul existe chez la *Fritillaria pellucida* et il se réduit à la portion cardiaque chez la *F. borealis*. Il y a là un intéressant chapitre d'Anatomie comparée, qu'il reste à compléter par l'embryogénie. Or, celle-ci, abstraction faite de quelques observations isolées de Fol et de Kovalevsky, était complètement inconnue. Goldschmidt[3] vient enfin de l'observer; les premières communications qu'il fait à cet égard indiquent une grande analogie avec celle des Ascidies.

Notons enfin la réapparition, dans le Plankton de Naples, de la *Dolchinia*, cette forme qui n'avait été vue jusqu'ici qu'une seule fois. Korotneff, qui en a continué l'étude sur ces nouveaux matériaux, a reconnu que son polymorphisme était plus grand qu'il ne l'avait constaté d'abord; il a retrouvé cette fois des individus analogues pour la forme aux gastrozoïdes de *Doliolum*. L'oozoïde reste toujours inconnu. L'hypothèse que la Dolchinie est un habitant pélagique des couches profondes, venant seulement accidentellement à la surface, est confirmée par le fait que Lo Bianco l'a rencontrée dans ses pêches bathypélagiques.

7. *Vertébrés.* — Limités par l'espace, nous nous appesantirons peu sur les Vertébrés; beaucoup des travaux sur ce groupe rentrent dans le cadre habituel des autres Revues de Biologie publiées ici.

Schreiner[1] vient de soumettre à un nouvel examen l'hermaphrodisme protandrique de la Myxine, décrit par Nansen et par Cunningham. Ses conclusions diffèrent de celles de ses prédécesseurs et sont étayées sur l'étude de près de 2.000 individus; elles s'accordent, dit-il, avec celles, encore inédites, de Bashford Dean. Il a constaté presque toujours dans les glandes génitales la coexistence d'éléments mâles et femelles; mais, d'après lui, il n'y aurait qu'un sexe fonctionnel, et ce serait le même *pendant toute la vie d'un individu :* fonctionnellement donc, la Myxine a les sexes séparés, mais dérive probablement de formes hermaphrodites. Il s'élève aussi contre l'opinion qu'elle serait un véritable parasite des Gadides; d'après lui, elle ne pénétrerait que dans des individus morts, pour s'en nourrir.

Plusieurs travaux, dont les conclusions sont d'ailleurs contradictoires, ont porté cette année sur la vieille question de l'homologie morphologique de la vessie natatoire et des poumons des Vertébrés. Spengel[2], examinant tous les arguments pour et contre, admet finalement l'homologie. La principale objection qu'on y oppose est la différence de position des deux organes par rapport à l'œsophage. Mais les cas bien connus (Dipneustes, Crossoptérygiens, etc.) où la vessie natatoire est ventrale lui semblent atténuer beaucoup cet argument. Dans le même volume des *Zoologische Jahrbücher*, Wiedersheim soutient l'opinion opposée. D'autre part, Fanny Moser[3] a étudié cette question embryologiquement, malheureusement sur un nombre encore très restreint d'espèces de Poissons. La constatation la plus intéressante de son Mémoire est que, au cours du développement, il se produit une rotation de l'œsophage autour de son axe, que, par suite, les rapports de la vessie natatoire et de l'œsophage varient et ont dû varier phylogénétiquement. Spengel émet une hypothèse qui, si elle pouvait être vérifiée, résoudrait les difficultés; il imagine qu'à la suite des poches endodermiques, qui sont devenues les branchies, il en a existé une

[1] *Verhdl. Deutsch. Zool. Gesellsch.*, 1903 et, à part, Leipzig, 1903, 132 p.
[2] *Mém. Ac. Sc. St-Pétersb.*, (8), t. XIII, n° 7, et t. XV, n° 1.
[3] *Biol. Centralbl.*, t. XXIII.

[1] *Biol. Centralbl.*, t. XXIV.
[2] *Zool. Jahrb.*, Suppl. VII, p. 727.
[3] *Archiv. für mikr. Anat.*, t. LXIII, p. 532.

paire jouant le rôle de sacs à air, rôle hydrostatique chez les Poissons, respiratoire ensuite chez les Vertébrés aériens, les deux chez quelques Dipneustes. La position initiale de ces sacs ayant été latérale, il est possible d'admettre que tantôt ils auraient été reportés dorsalement et tantôt ventralement.

Enfin, nous signalerons, sans y insister, l'ensemble des travaux récents sur les capsules surrénales et les organes qui s'y rattachent. Ils ont abouti à reconnaître chez tous les Vertébrés une catégorie de cellules ayant une électivité spéciale pour les sels de chrome et que l'on a appelées pour cette raison *cellules chromaffines*. Ces éléments, qui forment le tissu médullaire des capsules surrénales des Mammifères, les organes suprarénaux des Sélaciens et qu'on retrouve dans toutes les classes de Vertébrés, montrent dans leur distribution des connexions souvent très intimes avec les ganglions sympathiques. Kohn[1], qui a beaucoup contribué à les faire connaître, vient de résumer ce qu'on sait sur eux. D'autre part, Grynfellt[2] a fait une étude très soignée des organes suprarénaux et interrénal des Sélaciens; i la montré, notamment, dans ce groupe les connexions fondamentales du tissu chromaffine avec le système vasculaire et son indépendance relative du système sympathique, et il insiste sur la dissemblance complète entre ces éléments et des cellules nerveuses. L'ensemble de ces résultats explique bien, nous semble-t-il, que les cellules chromaffines aient un rôle sécrétoire et déversent dans le système circulatoire une substance à action vaso-constrictive énergique.

III. — Faunes et Géographie zoologique.

Il a paru cette année, comme les précédentes, une série de livraisons des publications des grandes Expéditions, telles que celles de la *Valdivia*, de la *Belgica*, du *Siboga*, de la *Princesse Alice*, etc...

Nous signalerons, comme une nouveauté faunique intéressante, la rencontre, en plusieurs points, du curieux *Cephalodiscus*, trouvé jusqu'ici une seule fois, par le *Challenger*, dans le détroit de Magellan. L'Expédition suédoise Nordenskiold l'a dragué en plusieurs points des mêmes parages, entre 80 et 235 mètres de profondeur, et Arwidson[3] dit que l'on en a pu observer des larves au stade *planula*; d'autre part, la si fructueuse Expédition du *Siboga* en a, d'après Harmer[4], rapporté deux espèces, dont une littorale, des mers de la Malaisie; enfin, le Musée de Copenhague en possède une quatrième espèce, provenant du détroit qui sépare le Japon de la Corée.

Les publications récentes sur la faune abyssale renferment beaucoup de faits intéressants sur les adaptations spéciales des animaux dans ce milieu. Chun[1] a fait cette année, à la réunion de la Société Zoologique allemande, une intéressante conférence sur les organes lumineux et sur les yeux des Céphalopodes abyssaux. Les organes lumineux, sur lesquels les premières observations ont été faites, en 1834, à Nice, par Vérany, sur l'*Histioteuthis*, et qui, en France, ont été bien étudiés par Joubin, sont, d'après l'examen des formes de la *Valdivia*, plus variés encore qu'on ne le supposait. On en connaissait sur le tégument et sur le pourtour des yeux. Chun en décrit maintenant sur les tentacules et dans la cavité palléale (au voisinage de l'anus et des branchies). Un Céphalopode de la *Valdivia*, le *Thaumatolampas*, possède des organes lumineux de dix types distincts. Quelquefois, plusieurs de ces organes se combinent en un ensemble complexe. On a pu constater, sur le vivant, que les radiations émises par les divers organes d'un même animal sont de natures différentes. Il y a là des adaptations multiples. L'œil n'est pas moins modifié. La position du pigment rétinien au-dessous des bâtonnets indique l'adaptation au milieu obscur, mais n'existe pas chez les individus très jeunes, qui probablement vivent beaucoup plus près de la surface. Souvent aussi, par une modification qui a été constatée également chez les Poissons, le globe de l'œil s'allonge (œil télescopique), la rétine se localise sur le fond du tube et acquiert en certains points, qui, sans doute, possèdent un maximum d'intensité visuelle, une épaisseur beaucoup plus grande.

Tout aussi significatives sont les transformations des Crustacés abyssaux, chez lesquels tantôt l'œil s'atrophie, tantôt au contraire s'hypertrophie. Le premier cas est celui d'animaux étroitement liés au fond (benthoniques); le second est celui de types temporairement ou uniformément bathypélagiques. Doflein[2], étudiant spécialement les Crabes à cet égard, est arrivé à des constatations très intéressantes. La régression de l'œil se manifeste, comme on le sait déjà, à des degrés divers et par des modifications très variées (diminution de la taille, diminution du nombre des facettes, épaississement des cornées, variations dans la position et disparition du pigment, atrophie du ganglion, perte de la mobilité du pédoncule oculaire, etc...) et très instructives; il peut, enfin, être remplacé par une simple tige épineuse tactile. Doflein met en évidence un fait particulièrement suggestif.

[1] *Ergebn. der Anat. u. Entw.*, t. XII, p. 253.
[2] *Bull. Scient. France et Belgique*, t. XXXVIII, et thèse Paris.
[3] *Zool. Anz.*, t. XXVI, p. 368.
[4] *Zool. Anz.*, t. XXVI, p. 593.

[1] *Verhdl. Deutsch. Zool. Gesellsch.*, 1903, p. 67.
[2] *Biolog. Centralbl.*, t. XXIII, p. 570.

C'est que, chez une espèce donnée, la régression de l'œil peut se rencontrer à des degrés très divers, suivant la profondeur d'où proviennent les spécimens; ces atrophies sont en train de s'accomplir et de se diversifier, par la ségrégation des individus des divers niveaux et des divers lieux. Des faits typiques de cet ordre ont été relevés, en comparant des *Cyclodorippe uncinifera* de deux niveaux très différents des mers du Japon et aussi un exemplaire de grande profondeur recueilli ailleurs par la *Valdivia* ; Doflein en a obtenu également en comparant un *Cymonomus granulatus*, appartenant au Muséum de Paris et provenant de 400 mètres de profondeur, à un exemplaire tout à fait abyssal. Il ajoute à ces faits une remarque très judicieuse. Les Crabes sont tous des animaux benthoniques, et cependant, à côté de formes abyssales à yeux plus ou moins atrophiés, il y en a où l'organe visuel s'est intégralement conservé en se différenciant. Or, il a noté que tous les types à œil atrophié ont des œufs peu nombreux, riches en vitellus, et dont tout le développement s'accomplit sous l'abdomen maternel; au contraire, les types à œil bien conservé ont des œufs petits, nombreux, éclosant à l'état de *Zoæa* et dont les larves pélagiques remontent, très probablement, temporairement près de la surface. Jamais, dans le Plankton, on ne trouve les larves des premiers. Cette différence d'éthologie embryonnaire explique d'une manière fort plausible la conservation de l'organe dans un cas, son atrophie dans l'autre, et résout l'anomalie apparente de la coexistence de deux types physiologiquement opposés, dans le même milieu.

Lo Bianco rend compte[1] de la dernière campagne de pêches abyssales planktoniques et benthoniques, exécutées dans la Méditerranée, à bord du *Puritan*, entre Naples et la côte provençale, sous les auspices d'A. Krupp. Ces opérations ont encore enrichi la liste des espèces méditerranéennes. Lo Bianco s'élève contre l'idée, souvent exprimée, que la Méditerranée n'a pas de faune pélagique propre, mais serait continuellement réapprovisionnée par Gibraltar de formes océaniques qui ne pourraient y subsister.

La faune abyssale est l'apanage à peu près exclusif de la mer; cependant, un lac en possède une: c'est le Baïkal, où la sonde atteint 1.700 mètres; d'autre part, il renferme des formes marines comme un Phoque, quelques Annélides Polychètes, un Mollusque nudibranche (*Ancylodoris*); il a donc, au point de vue faunique, un intérêt exceptionnel. Korotneff[2] a organisé, en 1900 et 1901, une Expédition zoologique importante au Baïkal et il en expose aujourd'hui les résultats généraux. Il a exploré les régions littorales avec des scaphandres, dragué dans les abysses et étudié le plankton. L'Expédition n'a pas rapporté moins de trois cents espèces de Gammarides et de cent nouvelles Planaires. Les types abyssaux offrent des caractères adaptatifs parallèles à ceux des abysses océaniques. Mais toute cette faune est essentiellement lacustre. Les quelques formes marines qu'on y rencontre sont, non pas les restes, les *relicta* d'un ancien bassin océanique, mais des immigrants venus par les fleuves.

Après la mer et les lacs, les fleuves sont étudiés à leur tour, comme réservoirs et sources de vie. Kofoïd a élevé ainsi un monument considérable à la biologie du fleuve Illinois[1]. Il a consacré six années d'observations méthodiques au Plankton, analysant tous les facteurs qui peuvent influer sur lui. Il y a là un document précieux et encore unique, dont l'importance n'échappera pas à quiconque l'aura consulté. Des recherches analogues sont en cours d'exécution sur l'Elbe à Hambourg.

Terminons en mentionnant deux Mémoires d'ordre général sur la biologie des milieux aquatiques. Le premier, de Reinke[2], cherche à déterminer les sources ultimes de l'azote servant à l'édification des tissus des animaux marins et conclut que les principales sont dans la fixation directe de l'azote atmosphérique, par des Bactéries, qui jouent dans la mer un rôle analogue au Bacille nitrifiant du sol. L'une des principales serait l'*Azotobacter chroococcum*, que Reinke a trouvé en grandes quantités à Kiel dans le mucus qui recouvre les Algues telles que les Laminaires et les *Fucus*.

L'autre Mémoire est dû à W. Ostwald[3] et édifie une théorie des mouvements généraux du Plankton. L'auteur montre qu'ils sont déterminés principalement par des facteurs extra-vitaux : le poids spécifique des organismes, la résistance que la forme de chaque être oppose à sa chute vers le fond, et la viscosité du milieu. De ces trois facteurs, d'après Ostwald, le dernier, qui est le plus variable, est le plus important pour les déplacements du Plankton. La viscosité de l'eau est fonction de la température, et varie en sens inverse; aussi toute élévation de température a-t-elle pour conséquence de provoquer l'enfoncement du Plankton; sa montée à la surface ne peut, par contre, être réalisée que par des courants ou des migrations actives. La théorie permet de prévoir les mouvements généraux diurnes et annuels, ainsi que d'expliquer beaucoup de faits particuliers.

M. Caullery,
Maître de Conférences
à l'Université de Paris.

F. Mesnil,
Chef de laboratoire
à l'Institut Pasteur, Paris.

[1] *Mitth. Zool. Stat. Neapel*, t. XVI.
[2] *Arch. Zool. Exper.*, (4), t. II.

[1] *Bull. Illin. State Lab. of Nat. History*, t. VI, p. 95-629.
[2] *Berichte Deutsch. Bot. Gesellsch.*, t. XXI, p. 371.
[3] *Zool. Jarhrb., Syst.*, t. XVIII.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Braunmühl (A. von), *Professeur de Mathématiques à l'Ecole Polytechnique de Munich.* — **Vorlesungen über Geschichte der Trigonometrie.** *Zweiter Teil.* — 1 *vol. in-8° de* VII-264 *pages.* (*Prix* : 9 *marks.*) *B.-G. Teubner, éditeur, Leipzig.*

Nous avons analysé, ici même[1], la première partie de cet ouvrage, que ce second fascicule, digne en tout point de son devancier, vient heureusement terminer.

Le présent opuscule débute par l'étude du *Logarithmorum canonis descriptio* (1614), dans lequel Néper décrit sa célèbre découverte des *logarithmes*. Le procédé du savant écossais n'indique pas, d'ailleurs, une connaissance des Mathématiques aussi profonde qu'on le croirait. Néper n'avait certes pas entrevu, comme plusieurs historiens se sont plu à le répéter, les analogies entre ses logarithmes et les aires de l'hyperbole équilatère comprises entre cette courbe et ses asymptotes. Il formait sa progression géométrique de la façon suivante : Chaque terme égalait le précédent diminué de sa n^e partie, et une soustraction des plus simples permettait de le trouver. Donc, à mesure que le nombre devenait plus grand, son logarithme décroissait. Du reste, ce livre ayant pour principal objectif de venir en aide aux calculateurs qui résolvaient des triangles, on n'y rencontre que les logarithmes des sinus, de minute en minute, de 0 à 90 degrés, et, comme le sinus du quart de cercle forme souvent le premier terme des proportions auxquelles conduisent la résolution des triangles, Néper égale à zéro le logarithme du sinus total. En outre, pour établir sa table, il se basait sur ce théorème : log sin A est compris entre (1-sin A) et (cosec A-1). Pour calculer cette valeur, il lui suffisait de prendre la moyenne géométrique entre ces deux limites.

De son côté, le grand astronome Képler, le mathématicien Benjamin Ursinus et son gendre Bartsch firent beaucoup pour la propagation en Allemagne de la doctrine népérienne. Puis Henri Briggs, professeur au Gresham's College d'Oxford, ne tarda pas à se rendre compte de tout le parti qu'on pouvait tirer de cette invention; il fit même un voyage pour conférer avec Néper à ce sujet et probablement lui suggéra le choix de 10 comme base.

Tandis que Cavalieri revélait à l'Italie ces principes, le français Henrion publiait un excellent *Traité des logarithmes* (1626), et le géomètre hollandais Adrien Vlacq comblait les lacunes des tables de Briggs. Dès lors, les astronomes et les algébristes de tous les pays s'empressèrent d'adopter les logarithmes pour abréger leurs calculs.

Délaissons les travaux de Pierre Herigone, de Wallis, d'Oughtred et autres mathématiciens de la fin du XVIIe et du commencement du XVIIIe siècle, pour nous appesantir quelque peu sur Abraham de Moivre (1667-1754), qui contribua à édifier la Trigonométrie des quantités imaginaires. On lui doit, entre autres, la formule donnant sin mx et cos mx en fonction de sin x et de cos x :

$$(\cos x + \sqrt{-1}\sin x)^m = \cos mx + \sqrt{-1}\sin mx,$$

et le théorème relatif aux facteurs binomes de

$$x^{2m} - 2px^m + 1.$$

Arrivons maintenant au grand nom de cette période, à Léonard Euler (1707-83). C'est cet illustre savant qui introduisit dans les formules trigonométriques les abréviations dont nous nous servons aujourd'hui, en désignant les angles d'un triangle par A, B, C et les côtés opposés par les lettres minuscules correspondantes a, b, c. En découvrant l'identification des fonctions circulaires directes et inverses avec les fonctions exponentielles et logarithmiques, il put exposer de façon originale la véritable théorie des fonctions trigonométriques et leur développement en séries. Aussi M. von Braunmühl consacre, avec juste raison, un chapitre entier à l'œuvre d'Euler. Effectivement, depuis cette époque, on ne considéra plus les principes de la Trigonométrie élémentaire que comme des cas particuliers d'une science plus générale ressortissant de l'Analyse infinitésimale. On envisagea les fonctions circulaires comme des fonctions composées de la fonction exponentielle, en faisant abstraction de la représentation si simple à laquelle elles devaient leur nom. La notion des lignes trigonométriques se vit remplacer par des théories purement analytiques, d'où se déduisirent rationnellement une multitude de propriétés fondamentales absolument étrangères aux éléments.

La théorie des angles imaginaires, que Lambert formula vers le même temps, est plus curieuse qu'utile, tandis que les recherches de Lagrange améliorèrent considérablement les méthodes d'Euler. Peu après, Legendre immortalisa son nom en condensant les résultats de quarante années de labeur dans sa *Théorie des fonctions elliptiques* (1825-26). Pourtant ce livre ne mentionne pas la propriété caractéristique que possèdent ces fonctions d'être doublement périodiques. Il était réservé à Gauss d'apercevoir cette féconde lumière, à Abel de la définir nettement, et surtout à Ch. Hermite (1822-1901) d'en illuminer les sources de ses plus géniales découvertes.

JACQUES BOYER.

2° Sciences physiques

Abraham (Henri), *maître de Conférences à l'Ecole Normale Supérieure.* — **Recueil d'Expériences élémentaires de Physique** (1re partie). — *1 vol. in-8° avec nombreuses figures.* (*Prix* : 3 *fr.* 75.) *Gauthier-Villars, éditeur, Paris,* 1904.

Dans les réformes récemment introduites dans l'enseignement secondaire, on fait une part beaucoup plus large qu'autrefois aux sciences expérimentales.

On demande aux membres du corps enseignant de faire en sorte que leurs élèves ne tombent pas dans cette erreur, trop répandue encore aujourd'hui, que les phénomènes physiques et chimiques sont choses, en quelque sorte, mystérieuses et étrangères au monde réel, exigeant, pour se produire, la mise en œuvre de moyens compliqués et n'apparaissant que dans des circonstances exceptionnelles.

Le professeur doit montrer, au contraire, que ces phénomènes ne sont que des manifestations des propriétés de la matière, que nous avons l'occasion de voir se produire tous les jours autour de nous et auxquelles nous ne prêtons pas toujours toute l'attention qu'elles méritent.

C'est pourquoi les nouveaux programmes recommandent aux professeurs « d'éviter le plus possible l'emploi d'appareils spéciaux, et de chercher à réaliser les expériences avec les moyens les plus simples », en ne perdant pas de vue que le but de l'enseignement des sciences physiques, dans les lycées, n'est pas de faire

[1] *Revue générale des Sciences,* 1901, t. XII, p. 236.

des physiciens de profession, mais « de mettre les élèves à même de se rendre compte de ce qui se passe autour d'eux ».

Pour faciliter la réforme de l'enseignement dans cet ordre d'idées, on a introduit, dans les programmes des trois dernières années d'études, des *Exercices pratiques de Physique et de Chimie*, qui doivent être réalisés au laboratoire par les élèves eux-mêmes, comme complément à l'enseignement expérimental déjà donné dans les cours par les professeurs.

Ces exercices pratiques doivent, naturellement, être faits par les procédés les plus simples, et avec des appareils assez rudimentaires pour pouvoir être construits par les élèves eux-mêmes. Il ne s'ensuit pas que l'organisation d'une série un peu nombreuse de ces exercices ne soit chose assez difficile, puisque c'est banalité de répéter que « c'est aux choses les plus simples qué l'on ne songe généralement pas ».

La publication d'un recueil d'expériences élémentaires de Physique, conçu dans l'ordre d'idées qui vient d'être indiqué, ne pouvait donc, dans ces conditions, qu'être de la plus grande utilité aux professeurs de Physique. C'est cette tâche difficile que vient d'entreprendre et de mener à bien, sous les auspices de la Société française de Physique, M. Henri Abraham, secrétaire général de la Société.

L'ouvrage doit comprendre deux fascicules, dont le premier a paru récemment.

Il débute par un chapitre très détaillé sur le travail des métaux, du bois, du verre, — à l'atelier. Viennent ensuite une série de recettes et de tours de main, dont la connaissance est indispensable, au même titre que celle du travail à l'atelier, pour celui qui veut faire réellement, au laboratoire, un travail fructueux, sans avoir à recourir constamment au constructeur.

La seconde partie du volume décrit succinctement, mais néanmoins d'une façon très suffisante, une foule d'expériences de Mécanique, d'Hydrostatique, d'Hydrodynamique et de Chaleur. Toutes ces expériences sont susceptibles d'être réalisées avec des objets usuels : les organes de montage des divers appareils sont très rudimentaires, tout en étant très variés, et la réalisation de la plupart d'entre eux se trouve à la portée du laboratoire le plus modeste.

De nombreuses figures, dessinées *d'après nature*, et au laboratoire même, éclaircissent, d'ailleurs, le texte à chaque instant et dispensent d'une longue description.

Chaque fois que l'occasion s'en présente, l'attention du lecteur est attirée « sur le degré de précision des mesures, sur l'ordre de grandeur des choses, sur la nécessité ou l'inutilité d'une correction, et sur la représentation graphique des phénomènes ».

Enfin, une série de tableaux des constantes physiques les plus importantes et de données numériques destinées à faciliter le calcul des expériences, complète le volume.

Le nombre considérable d'expériences et de manipulations accumulées dans ce fascicule permet au lecteur de se rendre compte que leur réunion et leur coordination n'a pas dû être chose facile.

En assumant cette tâche, et en mettant à la disposition de tous cet abondant recueil, où l'on n'aura qu'à puiser quand on se trouvera embarrassé, M. Henri Abraham a singulièrement facilité la tâche des professeurs de Physique dans l'enseignement nouveau, et il a droit à toute leur reconnaissance.

E. Colardeau.
Professeur de Physique au Collège Rollin.

Wittebolle (R.), *Ingénieur-électricien.* — **Les Canalisations électriques.** — 1 *vol. in-12 de* 140 *pages avec* 158 *figures.* (*Prix : 2 fr.* 50). *H. Desforges, éditeur. Paris*, 1904.

Ce petit volume renferme toutes les indications pratiques relatives à l'installation d'une canalisation électrique : traitement des extrémités des conducteurs, jonction, branchement, montage.

Schnabel (C.). *Conseiller supérieur des Mines à Berlin.* — **Traité de Métallurgie générale** (*traduit d'après la deuxième édition allemande par le* Dr L. Gautier). — 1 *vol. in-8° de* 755 *pages avec* 768 *figures.* (*Prix* 30 *fr.*) *Ch. Béranger, éditeur. Paris*, 1904.

M. Schnabel est bien connu des métallurgistes par ses excellents traités — devenus classiques — sur la préparation des métaux. M. Gautier, à qui nous devons la traduction de ces ouvrages, vient de traduire un nouveau livre du même auteur, où la Métallurgie est traitée, non plus au point de vue de tel métal en particulier, mais au point de vue des méthodes générales de préparation des métaux et des propriétés générales des minerais et de leurs dérivés.

L'éloge du traducteur n'est plus à faire. Il a rendu aux ingénieurs français les plus signalés services en traduisant un grand nombre d'ouvrages techniques allemands avec précision, avec netteté et en y faisant d'utiles additions.

On ne saurait contester au nouvel ouvrage de M. Schnabel d'être complet. L'auteur y étudie tous les états de combinaison que peuvent présenter en métallurgie les métaux et les scories, avec les propriétés de ces combinaisons; les divers réactifs utilisés et les différentes réactions produites; la mesure des chaleurs et des températures de combustion; la composition, la préparation et les propriétés des combustibles; la forme et l'usage des fours les plus variés, les traitements électriques et électrolytiques, etc.

Malheureusement, il ne suffit pas, pour qu'un traité de Métallurgie générale soit bien fait, qu'il contienne tout ce qui touche à cette science. Il doit donner, à celui qui débute dans la Métallurgie, des vues d'ensemble qui lui permettront de saisir d'emblée le processus des opérations qu'il verra à l'usine.

Il faut l'avouer, l'ouvrage de M. Schnabel ne répond pas tout à fait à ce desideratum. L'auteur a été trop préoccupé de ne rien omettre des nombreux problèmes qui surgissent en Métallurgie. Quelques-uns de ces problèmes ne se présentent que pour des cas tout à fait particuliers, pour des traitements spéciaux. Il en résulte que les procédés généraux de préparation et les réactions générales apparaissent avec moins de netteté que s'ils étaient seuls.

« L'étude de la Métallurgie, dit M. Schnabel dans son Introduction, suppose non seulement une connaissance approfondie de la Chimie, de la Physique et de l'Art de l'essayeur, mais encore celle de la Mécanique, de la Minéralogie, de l'Electrotechnique et de l'Architecture. » Pourquoi donc, puisque ces connaissances sont supposées connues, M. Schnabel se croit-il obligé de donner, pour servir d'introduction aux applications de l'électricité à la Métallurgie, un chapitre où l'on trouve les définitions les plus élémentaires de l'Electricité, des généralités relatives à la production du courant et à l'électrolyse, le tout en 26 pages! C'est beaucoup trop si l'on suppose le métallurgiste déjà versé dans ces connaissances tout élémentaires; c'est beaucoup trop peu si l'auteur a eu l'intention de révéler l'électricité à son lecteur. Mieux vaudrait pour celui-ci quelques bonnes années d'école.

Une dernière imperfection à signaler, c'est le développement très inégal des diverses parties de l'ouvrage. Ainsi, la description des fours avec les dispositifs qui en dépendent occupe à elle seule presque la moitié du volume, tandis que le chapitre relatif aux scories n'y tient qu'une place restreinte, étant donné leur rôle capital en Métallurgie.

L'exposé relatif à la production et à la mesure de la chaleur est des plus intéressants et rendra les plus grands services. On y trouve une description détaillée des méthodes et appareils destinés à la mesure des chaleurs de combustion et des températures, ainsi qu'une étude très complète sur les propriétés physiques et chimiques des combustibles les plus variés. — On lira également

avec grand intérêt ce qui se rapporte aux soufflerie, au chauffage de l'air et aux dispositifs utilisés pour recueillir les poussières, les vapeurs et les gaz des usines.

En somme, ce livre, dont nous n'avons pu énumérer toutes les parties, pourra rendre de grands services aux métallurgistes, surtout s'il est consulté comme un dictionnaire plutôt que lu comme un traité didactique.

AUGUSTE HOLLARD,
Chef du Laboratoire central
de la Compagnie française des métaux.

3° Sciences naturelles

Beck (Dr Richard), *Professeur de Géologie à l'Académie Royale des Mines de Freiberg.* — **Traité des gisements métallifères.** *Traduction de M.* O. CHEMIN. — 1 *vol. grand. in-8° de* 808 *pages. Béranger, éditeur. Paris*, 1904.

M. Beck, si je ne me trompe, professe dans la même petite salle de Freiberg où, voici un peu plus d'un siècle, le patriarche Werner créa l'enseignement de la Métallogénie. Son livre représente dignement et fidèlement une antique tradition; il renferme un exposé très complet et très documenté des travaux relatifs aux gîtes métallifères. Suivant le précepte de Werner, la part faite à la théorie y est restreinte et la description des particularités géométriques que peuvent présenter les filons est, au contraire, très développée. La traduction de M. Chemin aidera à répandre cet ouvrage en France. Il faut souhaiter qu'elle contribue à créer un mouvement en faveur d'une science, qui fut un moment très glorieusement française avec les Elie de Beaumont, les Sénarmont, les Daubrée, et qui risquerait de passer à l'Etranger, comme la Chimie Industrielle, par suite du dédain trop général des esprits latins pour tout ce qui, en restant scientifique, présente un intérêt pratique.

L. DE LAUNAY,
Ingénieur en chef des Mines,
Professeur à l'École des Mines.

Bruntz (L.), *chargé de cours à l'Ecole supérieure de Pharmacie de Nancy.* — **Contribution à l'étude de l'Excrétion chez les Arthropodes** (*Thèse pour le doctorat ès sciences naturelles soutenue à la Faculté des Sciences de Nancy*). — 1 *vol. in-8° de* 205 *pages*, 3 *planches doubles* (Archives de Biologie, *t.* XX). *Vaillant-Carmanne, imprimeur, Liége*, 1903.

M. Bruntz s'est proposé l'étude des organes excréteurs dans toute la série des Arthropodes, en utilisant surtout la méthode des injections physiologiques. Jusqu'ici, quelques groupes seulement avaient été l'objet de recherches approfondies, et il restait bien des lacunes à combler; aussi M. Bruntz a-t-il recueilli une ample moisson de faits nouveaux. Encore une fois, la méthode des injections physiologiques, malgré les critiques, injustifiées à mon sens, dont elle a été l'objet, a mis en évidence des organes ou des cellules inconnus jusqu'alors, dont la signification excrétrice n'est pas douteuse.

Les Arthropodes possèdent plusieurs catégories d'organes excréteurs :

1° Des reins proprement dits, débouchant à l'extérieur, constitués par un saccule et un labyrinthe; le premier élimine constamment le carminate d'ammoniaque des injections physiologiques, tandis que le labyrinthe élimine le plus souvent le carmin d'indigo; les orifices de ces reins ont une position variable, d'où leur catégorisation en reins antennaires et maxillaires (Crustacés), labiaux (Diplopodes, Thysanoures), pédieux (Onychophores), coxaux (Arachnides, Xiphosures). Chez les Daphnies et les Artémies, en outre des reins maxillaires bien développés (glandes du test), il existe encore des reins antennaires rudimentaires, réduits au saccule, qui sont des organes clos; il ne paraît pas y avoir de rein ouvert chez les *Chondracanthus*, alors que les Copépodes non parasites possèdent certainement des reins maxillaires; de même, parmi les Aranéides, il semble que ce soient les seuls Tétrapneumones (*Atypus*) qui aient des reins coxaux; ces organes manquent également chez les Pseudo-Scorpionides et les Acariens.

La découverte la plus intéressante est certainement celle des reins labiaux, considérés jusqu'ici comme des glandes salivaires, dont M. Bruntz a reconnu l'existence dans deux groupes de Trachéates, les Diplopodes et les Thysanoures; ils sont formés d'un saccule et d'un labyrinthe, comme d'ordinaire, et leurs orifices excréteurs sont perforés sur la lèvre inférieure; leur présence chez les Thysanoures, formes primitives, permet de penser que les glandes salivaires des Insectes et leurs adaptations diverses ne sont que des reins modifiés;

2° Des diverticules du tube digestif, pouvant fonctionner comme organes éliminateurs; c'est le cas des tubes de Malpighi des Trachéates, des cœcums de l'intestin moyen (Amphipodes, Pseudo-Scorpionides, Trombidion), de certaines cellules du foie (Isopodes, Amphipodes, Schizopodes, *Nebalia*, Cirripèdes);

3° Des organes clos, reins d'accumulation, comme les cellules à urate de soude du corps adipeux des Diplopodes, ou de transformation, comme les néphrocytes à carminate, existant chez tous les Arthropodes, sauf les Cladocères et la Sacculine. M. Bruntz s'est surtout attaché à étudier la disposition de ces néphrocytes, dont l'arrangement varie beaucoup suivant les groupes; ce sont de grandes cellules, qui éliminent électivement le carminate des injections physiologiques, et qui sont tantôt groupées en amas plus ou moins définis, tantôt isolées dans le conjonctif, mais toujours sur le trajet de courants sanguins. Chez les Amphipodes, certains néphrocytes, qui revêtent les surfaces interne et externe du cœur, possèdent la double propriété, assez rare, d'éliminer le carminate dissous et de phagocyter les grains solides d'encre de Chine.

La Sacculine est le seul Arthropode dépourvu totalement de cellules excrétrices; les injections physiologiques montrent que l'élimination des produits de déchet (méthylamine) s'effectue par osmose, dans le corps du Crabe, à travers la surface entière des racines.

Critique. — Comme on le voit, M. Bruntz a fait porter ses recherches sur presque tous les groupes d'Arthropodes; mais il a peut-être perdu en précision ce qu'il gagnait en généralité, et je crois qu'il reste encore à glaner après lui, mais à glaner seulement. Il est à espérer qu'il comblera lui-même les quelques lacunes de son travail, notamment en ce qui concerne les reins labiaux des Trachéates primitifs, dont l'étude promet d'être des plus intéressantes, les organes phagocytaires signalés en passant chez plusieurs Arthropodes, le foie des Arachnides, dont l'histologie est traitée un peu succinctement, et surtout l'analyse chimique des produits d'excrétion.

Il est regrettable que cet excellent travail, qui complète si heureusement nos connaissances sur les organes d'élimination, ait été écrit ou corrigé hâtivement; il renferme vraiment par trop de fautes d'orthographe, notamment dans les noms d'auteurs ou d'espèces; il y a aussi quelque part un certain nom d'auteur qui me paraît être plutôt celui d'un lac; l'ordre alphabétique de l'index bibliographique est brouillé; le français est souvent douteux, pour employer un mot indulgent. Ce sont, sans doute, des fautes de pure forme, mais qui ont le grave inconvénient de faire mal préjuger du fond, injustement dans le cas présent, et qu'il eût été bien facile d'éviter.

M. Bruntz a fait preuve d'une réelle habileté manuelle : injecter sans les tuer des animaux aussi petits que les Daphnies, les *Chelifer*, les *Nymphon*, n'est assurément pas chose commode. Il est bien au courant des techniques histo-physiologiques et possède une solide instruction chimique, très enviable pour un zoologiste, qui lui permettrait de prendre en France la place toujours vacante d'un Krukenberg ou d'un von Fürth.

L. CUÉNOT,
Professeur à l'Université de Nancy.

4° Sciences médicales

Bezançon (F.) et **Labbé** (Marcel). — **Traité d'Hématologie.** — 1 *fort vol. avec* 125 *fig. et* 9 *pl. Steinheil, éditeur. Paris*, 1904.

L'étude du sang a bénéficié des progrès faits en ces dernières années dans les méthodes d'investigation scientifique. La Bactériologie et la Parasitologie ont contribué, pour une grande part, à renouveler l'Hématologie. Il faut remarquer que les recherches qu'ont suscitées pour leur seul compte les Hématozoaires ont donné aux procédés techniques de coloration un grand essor. Les applications de la Physique et de la Chimie ont ouvert également à la physiologie du sang de nouvelles voies. La sérothérapie et toutes les questions qui en dérivent ont pris un développement exceptionnel : elles constituent presque une science spéciale, visant les phénomènes biologiques les plus importants et les moins connus. En outre, l'apport précieux que l'examen du sang, à divers points de vue, donne au diagnostic est un progrès clinique de haute valeur.

Le moment était propice pour fixer toutes ces acquisitions dans un ouvrage mis au point. C'est l'œuvre qu'ont réalisée MM. Bezançon et Labbé, dans un livre très complet, que leurs nombreux travaux personnels sur les organes hématopoïétiques et la lymphe leur permettaient d'écrire, et qui a nécessité un développement considérable, puisque mille pages d'in-8° ont à peine suffi pour contenir ce qui a été fait jusqu'ici.

La technique joue dans ces questions un rôle de plus en plus grand. Aussi trouve-t-on dans le livre de MM. Bezançon et Labbé un grand souci de l'exposition détaillée des procédés de recherche.

Tout d'abord, c'est la récolte du sang. On le prélève soit par saignée, ou mieux par ponction d'une veine, soit par application de ventouses scarifiées ou simple piqûre du doigt. Chez les animaux, dans un but d'étude, on peut ponctionner une artère ou le cœur même (souvent sans danger). On procède ensuite à l'examen.

Les auteurs traitent des qualités physiques du sang, de sa masse totale, de sa densité; puis ils font l'examen critique des méthodes servant à déterminer son alcalinité, décrivent ses cristaux, étudient les phénomènes de la coagulation, puis les gaz du sang. Ils insistent sur l'importance de l'analyse bactériologique. Outre les procédés de technique générale, ils font une étude particulière pour chacune des principales septicémies : fièvre spirillaire, paludisme et ses différentes formes, piroplasma des bœufs, trypanosome, filariose, bacille typhique, vibrion septique, streptocoque, peste, tuberculose, pneumococcose et bacilles divers.

L'analyse chimique du sang, les modifications qu'elle révèle dans divers états pathologiques : anémie, hydropisie, leucémie, cancer, goutte, diabète, maladies infectieuses, cardiopathies, néphropathies, sont étudiées ensuite. Signalons à ce propos les intéressants rapports qui existent entre le sang et l'urine d'une part, et d'autre part entre le sang et l'œdème.

La deuxième partie du Traité d'Hématologie est consacrée aux éléments figurés du sang. Les divers genres d'examen y sont exposés avec soin ; numération des globules rouges et blancs; préparations sèches et colorées; mensuration des globules. C'est un important chapitre de technique.

La troisième partie traite du globule rouge. Les auteurs décrivent ses propriétés physiques, son rôle physiologique, ses origines, sa destruction. Les altérations pathologiques des hématies sont exposées, ainsi que les conditions dans lesquelles elles se produisent : mobilité, déformations diverses, réactions colorées anormales (basophilie). Puis viennent la description des globules rouges à noyau, les discussions sur leur signification pronostique, l'étude de l'hémoglobine et de ses dérivés. Les chapitres relatifs à l'hémolyse, à l'hémoglobinurie, à la résistance globulaire sont des meilleurs par leur clarté. Les variations physiologiques et pathologiques du nombre des globules rouges sont exposées très complètement. Enfin, MM. Bezançon et Labbé donnent à cette importante partie une sorte de conclusion en consacrant leur dernier chapitre à une conception générale des anémies. Ils fondent cette conception sur une critique très juste de l'idée qu'on s'était peu à peu habitué à se former de l'anémie en tant qu'insuffisance du globule rouge. Ils font entrer en ligne de compte tous les éléments du sang, figurés ou fluides. Cette conception est fort intéressante en ce qu'elle considère l'harmonie générale de la composition du sang, bien plus que le défaut ou l'excès de l'un de ses constituants. Cependant, pour arriver à une classification claire, ils ont dû reprendre une à une les diverses insuffisances hématiques portant soit sur la masse globulaire, soit sur la valeur des globules, soit sur les variations leucocytaires ou sur les hématoblastes, soit sur la constitution même du plasma.

La quatrième partie est consacrée au globule blanc. MM. Bezançon et Labbé étudient l'anatomie des leucocytes, leurs propriétés, leur physiologie générale, la phagocytose normale et pathologique, les produits de sécrétion des globules blancs. Toute l'histoire des leucocytes, leurs diverses formes, leur état, les diverses variétés, leur origine, leurs dégénérescences, leurs réactions colorées, leurs variations dans les maladies infectieuses, parasitaires ou toxiques, leur valeur diagnostique, etc., sont traités en détail.

Avant de parler du sérum, les auteurs ont fait une revue des corps figurés, dont la nature, l'origine et la valeur sont encore très discutées, tels que les hématoblastes, plaquettes, globulins et hémoconies. Puis vient le sérum avec ses propriétés physiques et chimiques, densité, réaction, viscosité, couleur. Les diverses variations physiologiques et pathologiques de la coloration du sérum, et en particulier les sérums contenant des pigments biliaires normaux ou modifiés, l'aspect laqué, l'opalescence, la concentration moléculaire du sérum, sa mesure, etc., sont très bien exposés. Enfin, une série de chapitres intéressants sur la toxicité et les propriétés bactéricides, cytolytiques, agglutinantes, précipitantes du sérum. MM. Bezançon et Labbé insistent sur les applications cliniques et bactériologiques qui en découlent, telles que le séro-diagnostic de Widal (fièvre typhoïde) et les divers séro-diagnostics essayés dans les maladies les plus diverses et en particulier dans la tuberculose. Des notions sur les ferments et les anticorps du sérum précèdent l'étude terminale consacrée aux organes hématopoïétiques et au cytodiagnostic. Tel est le sommaire de cet important ouvrage.

Le Traité d'Hématologie de MM. Bezançon et Labbé contient donc tout ce qu'il est intéressant de connaître sur la matière. Les auteurs ont eu un grand souci de la clarté : ils ont divisé et subdivisé l'ouvrage avec un soin évident; les recherches sont ainsi facilitées. Ils ont, en outre, témoigné d'une érudition très étendue, et n'ont ménagé ni leur temps ni leur peine pour rassembler et classer une multitude de matériaux, où se mêlent leurs travaux personnels nombreux. Signalons, en terminant, une très belle série de planches coloriées, dont M. Labbé a fait les aquarelles originales.

Dr A. Létienne.

5° Sciences diverses

Carnegie (Andrew). — **The Empire of Business.** — *Harper and Brothers, éditeurs, 45 Albermale Street. London.*

Andrew Carnegie vient de réunir en un volume une série d'articles parus dans divers périodiques américains. Dans ce livre, le lecteur trouvera, traitées d'une façon très claire, une foule de questions concernant le commerce et l'industrie, les intérêts communs du travail et du capital, les trusts, les relations commerciales anglo-américaines, les manufactures d'acier aux Etats-Unis, les chemins de fer dans le passé et dans le présent, etc.

Il est impossible d'analyser tous les chapitres, mais il peut être utile de mettre en lumière ce qui forme une partie importante de l'ouvrage et ce qui est dispersé un peu dans toutes les pages : nous voulons dire les idées d'Andrew Carnegie sur l'éducation des jeunes gens.

Andrew Carnegie, on le sait, est un Ecossais né de parents pauvres, qui arrive jeune aux Etats-Unis, débute dans la vie en gagnant six francs par semaine, s'élève progressivement à force de labeur, fonde des usines prospères, donne journellement du travail à 15.000 ouvriers, acquiert des milliards, bâtit des bibliothèques, enrichit des Universités, dépense jusqu'à ce jour en œuvres de bienfaisance plus de 470 millions.

Connaître les idées d'un tel ouvrier est, croyons-nous, intéressant pour tous les hommes de science qui savent que le plus grand des problèmes scientifiques est le perfectionnement de l'esprit humain et que le progrès de l'humanité dépend surtout du développement des personnalités humaines.

Le livre d'Andrew Carnegie s'adresse aux jeunes gens; il a pour but d'instruire les garçons désireux d'être plus tard non pas uniquement des salariés, des employés, mais des hommes libres, maîtres de leurs destinées. A ces jeunes gens, Carnegie souhaite de naître pauvres; les fils d'hommes riches, dit-il, sont d'ordinaire incapables de résister aux tentatives auxquelles la richesse expose; ils s'abaissent trop souvent à une vie indigne; tout ce qui est grand et bon est sorti et sortira toujours des rangs des pauvres; la pauvreté est le terrain où germent les hautes vertus.

L'enfant né dans l'indigence, mais né fort, n'a pas à craindre dans la vie la concurrence des enfants riches. Ni le capital, ni les relations de famille, ni l'instruction reçue au collège ne peuvent balancer dans les affaires l'énergie, l'indomptable volonté que donne la pauvreté. En Amérique, les travailleurs nés pauvres sont les triomphateurs : dans l'industrie, c'est l'ouvrier expérimenté qui fonde les maisons importantes, dirige les gigantesques usines; dans le commerce et dans la finance, c'est le garçon de bureau qui se révèle le prince déguisé.

Les Pullmann, les Remington, les Singer, les Gould, les Rockefeller, les Westinghouse, les Edison, etc., tous naquirent pauvres.

Carnegie passe en revue les maîtres de l'industrie américaine, tous les chefs de la finance, tous les capitaines des grands établissements, et parmi ces « têtes » il ne trouve que des hommes qui se sont faits eux-mêmes; il n'aperçoit pas un seul diplômé de collège. Ces diplômés ne se rencontrent que dans les positions subalternes.

Aussi, l'instruction universitaire lui paraît être, pour un homme d'affaires, un désavantage positif, une cause d'infériorité réelle.

En effet, tandis que l'étudiant de collège s'occupe à apprendre par cœur quelques détails sur les luttes mesquines des peuplades de la Grèce, cherche à retenir quelques mots des langues mortes, le futur chef d'industrie, l'ouvrier de génie fait œuvre de ses mains et travaille avec ardeur à l'école de l'expérience pour acquérir la véritable science, la science pratique nécessaire à ses futurs succès.

Ce n'est pas que Carnegie dédaigne l'enseignement de collège : « Une éducation libérale, nous dit-il, donne à un homme qui se l'assimile réellement des goûts et des desseins plus élevés que l'acquisition de la richesse, et la jouissance d'un monde dans lequel le simple millionnaire ne peut pénétrer ».

Mais cette éducation ne saurait être que l'apanage d'un petit nombre qui se destinent aux professions libérales ou qui sont nés dans l'aisance.

La véritable éducation, l'éducation des hommes forts, l'éducation des hommes qui doivent gagner leur vie, sera obtenue hors des écoles universitaires, loin du passé mort.

Les « diplômés de collège » sont élevés comme s'ils étaient destinés à vivre sur une autre planète que la Terre. Ce qu'ils ont appris a servi à les rendre imbus d'idées fausses, à leur donner le dégoût de la vie pratique, à détruire leur ardeur et leur énergie; leur principale préoccupation est de chercher comment mener une vie oisive au lieu d'une vie utile.

Que peut le jeune homme qui connaît le grec, en présence de celui qui connaît la sténographie, la télégraphie, par exemple, ou la tenue des livres, la Chimie, la Mécanique. « Dans la lutte économique, le diplômé de collège n'oppose à la carabine à répétition de ses concurrents que le bouclier des héros d'Homère ».

Au point de vue affaires, l'éducation la meilleure a été jusqu'ici l'éducation que l'ouvrier de génie se donnait à lui-même. Actuellement, un nouveau mode d'instruction paraît devoir jouer un rôle important dans l'éducation des enfants. Depuis quelques années, se sont fondées des écoles industrielles et scientifiques qui donnent, au point de vue pratique, d'excellents résultats.

Carnegie cite, comme exemples, que trois des plus importantes aciéries du monde sont sous la direction d'hommes tout jeunes élevés dans des écoles de ce genre : Walker, de « l'Illinois Steel Company » à Chicago; Schwab, qui fut chef des usines Edgar Thomson; Potter, des « Homestead Steel Works » à Pittsburg.

Les jeunes gens instruits de la sorte ont, sur l'ouvrier qui n'a été qu'apprenti, l'avantage de la direction scientifique de l'esprit.

L'enfant élevé scientifiquement est accessible aux idées nouvelles; il n'a pas de préjugés, il accepte de suite les plus récentes inventions ou les plus modernes méthodes, il adopte le plan « qui battra le record », ne se fait aucun scrupule d'abandonner ses propres inventions s'il en voit de meilleures. L'ouvrier intelligent, mais moins instruit, est plus routinier et abandonne plus difficilement ses idées.

Que ces jeunes hommes instruits scientifiquement ne croient pas qu'il ne soit plus possible désormais à un homme sans capitaux de s'élever très haut. Les maisons importantes partagent de plus en plus leurs profits, non plus entre des centaines d'actionnaires absents, de capitalistes fainéants, mais avec leurs employés dont l'habileté et les efforts assurent, en grande partie, leur succès. Les jours du travailleur actif et utile arrivent. Les grands établissements de commerce, les grandes usines ont de plus en plus besoin d'hommes pratiques ayant des capacités réelles.

La plus précieuse acquisition qu'un patron puisse faire pour sa maison est un jeune homme doué d'une intelligence exceptionnelle; tout patron est à la recherche de l'habileté commerciale, rien de plus demandé sur le marché que les cerveaux. Si un homme reste un subalterne, la faute n'en est pas à son étoile, mais à lui-même.

Carnegie est un enthousiaste de l'instruction; ses fondations de bibliothèques, ses dons aux Universités le prouvent. Mais il veut que l'instruction soit appropriée au but poursuivi : instruction universitaire pour ceux qui se destinent au clergé, à l'enseignement, à certaines professions libérales, éducation scientifique et professsionnelle pour le plus grand nombre.

Les idées de Carnegie ont été déjà soutenues maintes fois dans les publications françaises; mais, à voir la foule de jeunes gens qui suivent l'enseignement grec ou latin, qui se pressent à l'entrée des écoles préparant aux carrières dites libérales, à regarder l'extension croissante en France du fonctionnarisme stérilisant, on sent la nécessité de répandre de plus en plus les idées qui ont permis l'éclatant triomphe d'un Celte au labeur tenace et à l'initiative hardie. P. Desfosses.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 30 Mai 1904

1° Sciences mathématiques. — M. **N. Nielsen** expose les fondements d'une théorie systématique des fonctions sphériques. — M. **A. Laussedat** montre qu'en employant des images stéréoscopiques au lieu d'images simples, on peut substituer une nouvelle méthode, celle des parallaxes, à la méthode des intersections dans la construction des plans topographiques. — M. **Laporte** indique les résultats de trois campagnes hydrographiques qu'il a dirigées de 1901 à 1903 et au cours desquelles il a refait entièrement la triangulation des côtes de Bretagne, de Brest à la Loire. — M. **P. Duhem** étudie les effets des petites oscillations des conditions extérieures sur un système dépendant de deux variables. — M. **L. Lecornu** montre que le rendement du joint universel peut être exprimé par la formule $\rho = 1 - \frac{\frac{1}{2} Ar \sin \varphi}{\pi R}$, où r est le rayon des tourillons, R leur distance au centre du joint, A l'angle aigu des deux arbres, et φ l'angle de frottement.

2° Sciences physiques. — M. **E. Bichat** a observé que l'émission secondaire de rayons N d'une lame de cuivre exposée préalablement à l'action d'une source de ces rayons augmente beaucoup sous l'influence de la chaleur, mais disparaît totalement après quelques instants. Les radiations secondaires sont de longueurs d'onde plus grandes que les radiations primaires. — M. **J. Becquerel** montre que les rayons issus de la compression d'un corps (rayons N) jouissent de la propriété d'augmenter la sensibilité de la vision et produisent, sur une surface susceptible de les emmagasiner, le même effet, au point de vue du rayonnement, qu'une compression normale à cette surface. Les rayons issus de l'étirement d'un corps (rayons N_1) jouissent des propriétés inverses. — M. **J. Meyer** a trouvé que, comme les sources de rayons N, les sources de rayons N_1 cessent d'émettre ces rayons quand on les soumet à l'action de vapeurs d'anesthésiques. — Le P. **Colin** communique les observations magnétiques qu'il a faites à Tananarive de mai 1903 à avril 1904. La déclinaison a diminué de 9′, l'inclinaison de 22″, toutes deux avec un maximum et deux minima. — M. **Krouchkoll** présente un nouveau régulateur du vide des ampoules de Crookes. — MM. **Aug.** et **L. Lumière** ont obtenu des photographies en couleurs par l'emploi de particules colorées déposées en couche unique sur une lame de verre, puis recouvertes d'un vernis convenable et enfin d'une couche d'émulsion sensible. On expose par le dos la plaque ainsi préparée, on développe et l'on inverse l'image, qui présente alors, par transparence, les couleurs de l'original photographié. — M. **M. Berthelot** a reconnu que l'inaltérabilité de l'or et du platine par HCl cesse lorsqu'on opère en présence de la lumière et à la température ordinaire, surtout en ajoutant dans les liqueurs une trace d'un sel peroxydable à l'air, tel que $MnCl^2$. — MM. **H. Moissan** et **J. Siemens** ont constaté que le silicium est beaucoup plus soluble dans l'argent que dans le plomb et dans le zinc. Mais le Si cristallisé qui se rencontre dans le métal solidifié renferme une certaine quantité d'une variété allotropique de Si soluble dans HF. — M. **A. Ditte** montre que la formation des minerais vanadifères a pu avoir lieu par l'action des eaux naturelles, qui ont emprunté le vanadium aux roches profondes, puis, chargées d'acide vanadique, ont formé, au contact des divers minerais de plomb, du vanadate de plomb, qui constitue le principal minerai de vanadium. — MM. **P. Sabatier** et **A. Mailhe**, en faisant réagir la cyclohexanone sur les dérivés organomagnésiens et décomposant le produit par l'eau glacée, ont obtenu les alcools tertiaires $C^6H^{10}(OH)R$, R étant un radical gras ou aromatique. — MM. **Ch. Moureu** et **R. Delange**, en faisant réagir les composés organomagnésiens, puis l'éther orthoformique, sur les hydrocarbures acétyléniques, ont obtenu les acétals acétyléniques $R.C \equiv C.CH(OC^2H^5)^2$. L'action de l'hydroxylamine sur les aldéhydes acétyléniques fournit des isoxazols. — M. **M. Nicloux** montre que l'agent lipolytique du cytoplasma de la graine de ricin n'est pas un ferment soluble dans l'eau. L'eau enlève à l'agent saponifiant, et cela instantanément, son pouvoir hydrolysant dès que celui-ci n'est plus protégé par l'huile. — M. **J. Galimard** a extrait des œufs de grenouille une albumine nouvelle, faiblement acide, voisine de la clupéovine, qu'il nomme *ranovine*. — M. **E. Roux** a constaté que l'amidon du pain ne rétrograde que d'une façon insensible. Il n'est donc pas probable que la matière amylacée du pain rassis possède une valeur alimentaire différente de celle du pain frais. — MM. **H. Labbé** et **Morchoisne** ont observé que le besoin d'albumine dans le régime alimentaire humain peut s'abaisser notablement au-dessous de la limite de 45 grammes par vingt-quatre heures sans détruire l'équilibre azoté.

3° Sciences naturelles. — M. **A. Moutier** montre que la d'arsonvalisation constitue un traitement très efficace de l'hypertension artérielle et aussi un traitement prophylactique contre l'hémorragie cérébrale. — MM. **G. Patein** et **Ch. Michel** ont constaté que la matière albuminoïde qui a reçu le nom d'albumose de Bence-Jones n'est pas une albumose et doit être rangée parmi les albumines ; dans un cas qu'il relate, elle était constituée par de la globuline, mais elle peut l'être également par de la sérine. — MM. **L. Launoy** et **F. Billon** ont étudié la toxicité du chlorhydrate d'amyléine (stovaïne), qui est employé comme anesthésique local. Elle est plus de moitié moindre que celle du chlorhydrate de cocaïne. — MM. **D. Courtade** et **J. F. Guyon** montrent que, contrairement à l'opinion admise jusqu'ici, le pneumogastrique envoie des filets moteurs à la vésicule biliaire. — M. **Aug. Charpentier** a reconnu que l'émission de rayons N par le système nerveux peut, dans certaines conditions, persister pendant quelque temps après la mort. — M. **I. Borcea** décrit les différences de structure histologique et de sécrétion entre le rein antérieur et le rein postérieur chez les Elasmobranches mâles. — M. **F. Marceau** montre que, chez l'huître et la plupart des bivalves, la fermeture rapide des valves est due uniquement à la contraction du muscle vitreux et que le muscle nacré a seulement pour fonction d'équilibrer en grande partie, par son élasticité et sa tonicité, la force élastique du ligament. — M. **Wiesner** a déterminé pour diverses plantes la *photolepsie*, c'est-à-dire le rapport de l'intensité de la lumière qui tombe sur la plante à l'intensité de la lumière du jour tout entière. Les minima de photolepsie sont différents et caractéristiques pour les plantes. — M. **P. Becquerel** montre que le tégument desséché des graines est une barrière infranchissable aux gaz secs. — M. **P. Vuillemin** a observé que les changements de couleur des conidies du *Sterigmatocystis versicolor* se produisent et se maintiennent dans des conditions qui ne sont pas sous la dépendance immédiate du milieu.

Séance du 6 Juin 1904.

1° Sciences mathématiques. — M. **P. Wiernsberger** présente ses recherches sur les expressions formées de radicaux superposés. — M. **J. Andrade** démontre que tout mouvement μ_4 de solides aux trajectoires sphériques, où quelque joint privilégié décrit une trajectoire circulaire dont le centre est à distance finie, est du type banal. — M. **L. Lecornu** montre que la disposition ordinaire du joint universel est préférable, au point de vue de la perte de travail due au frottement, à la disposition simplifiée adoptée par quelques constructeurs d'automobiles. — M. **Ch. Renard** étudie la vitesse critique au-dessus de laquelle le coefficient de stabilité des ballons dirigeables s'annule et devient négatif. Cette vitesse croît comme la racine carrée du diamètre. — M. **Bouquet de la Grye** indique le résultat des mesures des clichés pris pendant le passage de Vénus sur le Soleil en 1882. La correction qu'on en déduit pour la parallaxe solaire est loin d'avoir l'approximation de la méthode des contacts. Toutefois, ces mesures ont permis d'affirmer que Vénus a un aplatissement analogue à celui de la Terre et une surélévation extraordinaire au pôle sud. — M. **H. Deslandres** expose les progrès récents et les méthodes à employer dans la photographie des diverses couches qui composent l'atmosphère solaire.

2° Sciences physiques. — M. **R. Blondlot** montre que l'observation des changements de luminosité dus à l'action des rayons N met en jeu, dans le cas de l'étincelle, l'aptitude de l'œil à saisir de faibles variations d'intensité lumineuse; dans le cas de substances phosphorescentes, c'est, de plus, la propriété que possède l'œil de devenir plus sensible quand il reçoit des rayons N qui entre en jeu. — M. **E. Bichat** a obtenu une source de rayons N en reliant au sol une plaque ou une tige métallique au moyen d'un fil de cuivre. Les rayons émis dans ces conditions viennent du sol; l'émission est normale à la surface du métal. — Le même auteur a constaté que le quartz cristallisé émet des rayons N dans la direction de son axe et des rayons N_1 dans la direction perpendiculaire. — M. **P. Villard** met en évidence l'existence, dans les ampoules à gaz raréfié placées dans un champ magnétique intense, de rayons magnéto-cathodiques, dont les propriétés sont inverses de celles des rayons de Hittorf. — M. **Iliovici** décrit une nouvelle méthode propre à mesurer les coefficients de self-induction. — M. **F.-P. Le Roux** a reconnu, dans des cas déterminés, que la contemplation d'une surface douée d'une illumination sensiblement constante peut la faire apparaître comme douée d'une illumination variable, sans que l'on puisse invoquer d'autre cause de cette apparence que le fonctionnement même de l'organe et de ses annexes. — M. **J. Becquerel** a observé que l'aluminium et le cuivre perdent leur transparence pour les rayons N quand la surface qui reçoit le rayonnement ou quand la surface de sortie des rayons est soumise à l'action d'un anesthésique; le quartz jouit de la même propriété, mais non le verre et le bois. — M. **Ch. Nordmann** décrit une méthode pour l'enregistrement continu de l'état d'ionisation des gaz. Elle consiste à faire passer le gaz ionisé entre les armatures d'un condensateur, l'une portée au potentiel qui produit le courant de saturation, l'autre reliée à un électromètre, et à enregistrer les variations de l'électromètre. — MM. **A. Brochet** et **J. Petit** montrent que, dans l'électrolyse par courant alternatif, la fréquence n'a qu'une action faible, surtout dans le cas des réactions particulières au courant alternatif. — M. **Alb. Colson** a reconnu, par l'étude des rayons N émis, qu'il y a deux ordres de phénomènes chimiques suivant que la baryte agit sur les sulfates métalliques ou selon que les sulfates agissent sur la baryte, en solution aqueuse et à la température ordinaire. — Sir **W. Ramsay** : L'émanation du radium (voir p. 581). — M. **P. Freundler** montre que la réduction de l'alcool *o*-nitrobenzylique s'effectue normalement, mais qu'elle est compliquée par l'oxydation du groupe alcool, puis par l'instabilité des azoïques à fonction alcool, qui se transforment en indazols. — M. **F. Bodroux** prépare commodément les anilides par réaction des éthers-sels des acides monobasiques sur les dérivés organomagnésiens des anilines. — MM. **E. Bourquelot** et **L. Marchadier** ont observé que la réaction provoquée par un ferment oxydant indirect (anaéroxydase) et l'eau oxygénée sur la vanilline est la même que celle qui est provoquée, en présence de l'air, par une oxydase proprement dite. — M. **J. Dumont** montre que les engrais humiques complets, à base de tourbe, riches en humates alcalins et en composés phospho-humiques, ont les qualités essentielles du bon fumier de ferme.

3° Sciences naturelles. — MM. **Ch. Bouchard**, **P. Curie** et **V. Balthazard** ont placé des souris et des cobayes dans une atmosphère chargée d'émanation du radium. La mort survient en une dizaine d'heures, avec congestion pulmonaire intense. Les tissus de leur organisme deviennent radio-actifs. — MM. **Ed. Toulouse** et **Cl. Vurpas** ont constaté que l'intensité des réflexes est en rapport inverse avec la complexité fonctionnelle du système nerveux. D'autre part, lorsque le système nerveux de l'adulte est gravement altéré dans son fonctionnement, les réflexes tendent à prendre les caractères et les modalités physiologiques de ceux du nouveau-né. — M. **J. Tissot** a reconnu que les combustions intra-organiques, mesurées par la quantité d'oxygène absorbée, ne sont pas influencées par des variations considérables dans la proportion d'oxygène de l'air inspiré. — M. **Ch. Porcher** montre que l'action de la phloridzine sur la sécrétion mammaire de la vache n'est que très indirecte; elle est la conséquence immédiate d'un trouble rénal, qui provoque à son tour hypoglycémie et diurèse. — M. **C. Phisalix** attribue l'immunité naturelle des vipères et des couleuvres à la présence dans le sang d'une antitoxine libre qui neutralise le venin à mesure qu'il pénètre dans la circulation. — Mme **Girard-Mangin** et M. **V. Henri** ont observé l'agglutination des globules rouges par l'hydrate ferrique colloïdal, Na Cl et différents sérums. — M. **L. Fage** a constaté que la cellule néphridiale de Sangsue en activité est le siège de formations ayant tous les caractères de l'ergastoplasme et localisées à la partie basale de la cellule. — Le Prince **Albert de Monaco** indique les résultats de la 5e campagne scientifique de la *Princesse Alice II*. — M. **J. de Loverdo** a obtenu l'étouffage des cocons aussi surement par l'action du froid (1 mois entre 0° et —8°) que par celle de la chaleur. L'étouffage à froid ne demande aucune manutention et évite complètement les déchets causés par l'autre méthode. — M. **J. Richard** décrit un filet à grande ouverture et à maille étroite destiné à la récolte du plankton; deux essais ont été très encourageants. — M. **G. Bonnier** a observé qu'une blessure peut provoquer, dans la structure de certaines racines de Monocotylédones, un début de formations secondaires s'organisant comme chez une racine de Dicotylédone. — M. **de Wildeman** estime que les variations si considérables dans la forme des acarodomaties des caféiers africains sont dues à l'hybridité. — M. **Guédras** a trouvé différents gîtes de sulfate de baryte dans la Lozère. — M. **E. de Martonne** a observé, dans les Alpes de Transylvanie, une sorte de plate-forme ondulée voisine de 2.000 mètres qui représente une surface d'abrasion. — M. **F. de Montessus de Ballore** attribue un rôle séismogénique, en Algérie, aux dislocations résultant de la surrection de l'Atlas tellien et peut-être aussi à quelques-uns de ses plissements. — M. **Houdas** a trouvé dans un manuscrit arabe la description détaillée d'une éruption volcanique qui a eu lieu près de Médine le 30 juin 1256. — M. **A.-G. Nathorst** a étudié la flore jurassique recueillie sur la terre Louis-Philippe par l'Expédition Nordenskjöld; elle se rattache à celle de l'Europe et à celle du Gondwana supérieur de l'Inde.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 24 Mai 1904.

M. le Président annonce le décès de M. **J.-E. Marey**, membre de l'Academie.

M. Terrier présente une Note de M. **G. Contremoulins** sur une méthode exacte de localisation et de recherche des corps étrangers dans l'organisme par la radioscopie. — M. Huchard fait un Rapport sur un Mémoire de M. **Bouloumié**, relatif à la sphygmotonométrie clinique. L'auteur a réuni en un seul appareil le sphygmomanomètre de Potain et le tonomètre de Gaertner, et il mesure simultanément la tension artérielle et la tension artério-capillaire. Les rapports de ces tensions ont une grande importance; ils varient avec le sexe et avec l'âge. — M. **P. Budin** signale l'initiative prise par deux industriels d'Elbeuf, MM. Blin, pour encourager l'allaitement maternel chez les ouvrières de leurs usines, en accordant à celles-ci toutes les facilités nécessaires et des récompenses. Il serait à souhaiter que pareille mesure se généralisât, car l'allaitement maternel est le moyen le plus efficace pour combattre la mortalité infantile. — M. le Dr **Laussedat** donne lecture d'un Mémoire sur l'action hypertensive ou hypotensive des bains carbo-gazeux suivant leur mode d'emploi.

Séance du 31 Mai 1904.

M. le Président annonce le décès de M. le Dr **Demange**, correspondant national.

M. Ch. Périer présente un Rapport sur un Mémoire du Dr **Foucault** : Etude statistique sur la mortalité cancéreuse. L'auteur a constaté que, dans la période comprise entre 1861 et 1901, la mortalité cancéreuse à Fontainebleau a été le 7 °/₀ de la mortalité totale, proportion qui ne s'écarte pas beaucoup de celle de Paris. On ne peut donc pas dire que le voisinage des forêts et l'humidité du sol aient une influence sur la répartition et la genèse du cancer. — M. **Porak** lit une « Instruction sommaire sur l'hygiène de l'alimentation des enfants du premier âge », préparée par la Commission de l'Hygiène de l'enfance à la demande du Ministère de l'Intérieur.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 14 Mai 1904.

M. **Ch. Dopter** montre, par des essais d'agglutination de streptocoques de scarlatineux, que le rôle joué par ce bacille dans la scarlatine n'est que celui d'un agent d'association secondaire. — M. **G. Bohn** a constaté chez les têtards que si, au cours de son développement, l'organisme a subi une variation d'éclairement dans un sens, dans la suite il tend à se placer dans les conditions où il peut subir la variation inverse. L'ombre, en ralentissant les phénomènes nutritifs, permet au têtard de résister longtemps contre l'inanition et à une partie du corps de se nourrir aux dépens d'une autre. — MM. **Vaquez** et **Aubertin** montrent que l'anémie splénique à forme myéloïde est une maladie spéciale, du même ordre que la leucémie myélogène, mais ne se transformant jamais dans celle-ci. — MM. **A. Rodet**, **Lagriffoul** et **A. Wahby** ont reconnu que le bacille d'Eberth sécrète une toxine soluble, qu'ils sont parvenus à isoler. — M. **E. Maurel** montre que l'adulte doit pouvoir se suffire avec 0,025-0,03 gramme de soufre par kilog; cette quantité est normalement contenue dans l'ensemble de nos aliments habituels. — M. **A. Clerc** a trouvé chez les Echinodermes les divers ferments digestifs suivants : sucrase, amylase, diastase protéolytique, présure, oxydase, lipase. — M. **Lesage** a constaté que le cœur du chat anesthésié présente très rapidement, pour les doses faibles comme pour les doses fortes, une accoutumance très remarquable à l'adrénaline. — M. **François-Frank** présente deux appareils pour les études phrénographiques et pneumographiques différentielles. — M. **A. Frouin** montre que les sucs intestinaux du chien et des Bovidés ont la même activité kinasique sur un même suc pancréatique. — M. **J. Lefèvre** donne une forme nouvelle à la formule de la dépense de M. Chauveau. — M. et Mme **Bourguignon** ont observé un mode particulier de reproduction du muguet dans lequel la cellule semble se diviser en deux parties, une centrale qui reste inactive, et une périphérique qui se divise en donnant naissance, soit à des bâtonnets, soit à des formes à renflement. — MM. **Ch. Achard** et **L. Gaillard** ont étudié la transsudation de chlorures provoquée par l'injection d'autres substances dans les séreuses et dans les muqueuses. — MM. **Ch. Achard** et **A. Clerc** ont constaté que l'activité lipasique du sérum, détruite à peu près entièrement par le chauffage, peut se régénérer partiellement par l'addition de sérum frais. — M. **J. Carvallo** présente une table d'expérience pour le chien, le chat et le lapin.

Séance du 21 Mai 1904.

M. le Vice-président annonce la mort de M. **E.-J. Marey**, président de la Société.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séance du 3 Mai 1904.

M. **Ch. Pérez** a étudié par la méthode des frottis les sphères de granules dans la métamorphose des Muscides. — Le même auteur a observé, chez des Tritons capturés au moment de la maturité sexuelle, des phénomènes de résorption phagocytaire des spermatozoïdes. — M. **C. Sigalas** a constaté qu'à température constante la gélification de la gélatine, la coagulation du plasma sanguin et celle du lait ne s'accompagnent d'aucune variation de volume appréciable.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE NANCY

Séance du 10 Mai 1904.

M. **Le Monnier** présente une branche offrant tous les caractères de l'aubépine, qui pousse sur un pied de néflier de Bronvaux, forme intermédiaire entre l'aubépine et le néflier. — M. **R. Maire** a étudié les divisions nucléaires dans l'asque de la morille et de quelques autres Ascomycètes. — M. **L. Mercier** signale la présence, dans le rein de grenouille : 1° de grains petits, disposés régulièrement, colorables par le rouge neutre; 2° de granulations colorables par le rouge neutre; 3° de granulations colorables par l'acide osmique en jaune brunâtre. — M. **Aug. Charpentier** a confirmé, par l'emploi des rayons N, l'existence des oscillations nerveuses se propageant longitudinalement. Il présente, d'autre part, des écrans testiculaires ayant pour base l'extrait de glande interstitielle. — MM. **Th. Guilloz** et **L. Spillmann** ont soumis à l'action des rayons X une malade atteinte de leucémie splénique. Il y a eu diminution des éléments globulaires, mais surtout des leucocytes. — M. **L. Sencert** a reconnu que les chiens ne résistent pas au pneumothorax consécutif à l'ouverture large de la cage thoracique.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 20 Mai 1904.

M. **H. Dufet** expose à la Société les résultats expérimentaux obtenus jusqu'à présent sur l'existence de la polarisation rotatoire dans les cristaux biaxes[1], et ses mesures personnelles sur ce sujet. Il retrouve, pour le sucre, les résultats de M. Pocklington; pour le sel de Seignette potassique, un nombre un peu plus fort : + 13°5. Dans le système orthorhombique, le sel de Seignette ammoniacal droit en dissolution donne, sui-

[1] Voir à ce sujet l'article publié dans la *Revue* du 30 octobre 1903, p. 1018, et relatant les expériences de Pocklington.

vant les axes, une rotation *gauche* de — 15°5 par centimètre; le d.-méthyl-α-glucoside, qui est dextrogyre en dissolution, donne une rotation *droite* de + 44°. Dans le même système, des cristaux hémièdres, mais de nature inorganique, offrent un pouvoir rotatoire qui ne peut plus être attribué à la dissymétrie de la molécule, mais seulement à la structure cristalline : c'est le sulfate de magnésie ordinaire ($SO^4Mg + 7H^2O$) et le phosphate monosodique à 2 mol. d'eau ($PO^4H^2Na + 2H^2O$); le premier donne une rotation *gauche* de — 26° par centimètre, le second une rotation *droite* de + 44°5. Dand le système clinorhombique, M. Dufet a observé l'acide tartrique et le rhamnose. Le premier présente la dispersion horizontale et, par conséquent, le même pouvoir suivant les deux axes ; la rotation est *gauche* et vaut — 114° par centimètre pour la lumière du sodium. En observant la rotation pour d'autres raies, Li et Tl, on trouve une dispersion tout à fait normale. Le rhamnose présente la dispersion inclinée, comme le sucre, et comme lui des rotations différentes pour les deux axes; la rotation est *gauche* et vaut — 129° pour un axe et — 54° pour l'autre. Ce corps étant peu biréfringent, l'observation du pouvoir rotatoire est très facile : l'hyperbole noire disparaît complètement au centre des anneaux, et la spirale obtenue avec un analyseur circulaire est régulière sur plus de dix tours. — M. **Ch. Ed. Guillaume** présente quelques considérations sur la théorie des aciers au nickel, pour lesquelles nous renvoyons à l'article qu'il a publié ici-même[1]. — M. **Tariel** présente un *nouveau microphone* dont la nouveauté réside dans une nouvelle fragmentation des agglomérés de charbon, ou corps similaires. On emploie des lames de charbon de 1,5 à 2 dixièmes de millimètre d'épaisseur, parfaitement planes et lisses; on les brise à la main, et on les passe dans un crible, dont les mailles laissent tomber les particules inférieures à 1 millimètre. Le reste de l'appareil microphonique est disposé de la façon suivante : 1° Une électrode mobile, constituée par une lame de charbon de la même épaisseur que les pellicules et où vient aboutir un des fils de la ligne téléphonique; 2° une électrode fixe, composée d'un bloc de charbon ajouré dans lequel viennent se placer les pellicules. Cette électrode repose sur une lame mince de charbon, où vient aboutir l'autre fil de la ligne téléphonique. La distance qui sépare les deux électrodes est exactement de $\frac{1}{10}$ de millimètre. Le tout est solidement fixé dans une cuvette en ébonite. Cette combinaison permet de réaliser les avantages suivants : *a*) Grande sensibilité de l'appareil, à cause de la présence de surfaces planes, légères, présentant de nombreux points de contact; *b*) diminution de la surface vibrante et suppression des corps isolants entre les deux électrodes (feutres, laine, papier, gutta-percha, etc.), corps qui alourdissent les vibrations; *c*) suppression de la polarisation, entre les corpuscules de charbon, si fréquente dans les appareils microphoniques à grenaille; *d*) l'appareil ne peut se bloquer, suivant l'expression consacrée, à cause de la dimension des pellicules, dimension supérieure à l'intervalle qui sépare les deux électrodes; *e*) diminution des arcs voltaïques. En résumé, avec ce système, on peut construire un microphone plus petit, plus léger, et dont la sensibilité est égale, sinon supérieure, à celle des autres. En combinant avec ce microphone un petit récepteur, dont l'extrémité s'introduit dans le conduit auditif, on a un appareil microtéléphonique complet du poids de 27 grammes, se fixant à l'oreille au moyen d'un léger ressort, et susceptible de rendre de nombreux services.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 27 Mai 1904.

M. **A. Wahl** expose les recherches entreprises en collaboration avec M. **L. Bouveault** sur la préparation des éthers nitrosoacétiques. On obtient ces éthers en nitrosant les éthers acétylacétiques par le sulfate de nitrosyle en milieu sulfurique. Le *nitrosoacétate d'éthyle*, formé d'après la réaction :

$$CH^3.CO.CH^2.COOC^2H^5 + AzOOH = CH^3.CO^2H + HOAz : CH.CO^2C^2H^5,$$

est un liquide incolore, bouillant à 110-115° sous 15 millimètres et cristallisant aussitôt; après purification, il fond à 35°. Le *nitrosoacétate de méthyle* fond à 55°, le *nitrosoacétate d'isobutyle* bout à 117-118° sous 10 millimètres. Ces éthers permettent de préparer les éthers glyoxyliques encore inconnus jusqu'ici, en saponifiant le groupement oxime par l'acide nitreux. Le *glyoxylate d'isobutyle* est un liquide jaune, Eb. 75-80°, à odeur forte d'aldéhyde, réduisant la liqueur d'argent et se combinant à l'eau en se décolorant. — M. **P. Freundler** expose les divers processus qui permettent de passer des azoïques et des hydrazoïques ortho-substitués aux dérivés indazyliques. Dans le cas des alcools azoïques notamment, la transformation s'effectue avec la plus grande facilité :

$$C^6H^4 \begin{cases} Az : Az.R \\ CH^2OH \end{cases} = H^2O + C^6H^4 \begin{cases} Az \\ | \\ CH \end{cases} AzR.$$

Les éthers-oxydes et les acétates correspondants subissent une décomposition analogue (élimination d'alcool ou d'acide acétique); toutefois, la réaction s'effectue à une température beaucoup plus élevée. Les aldéhydes hydrazoïques fournissent aussi des indazols par un mécanisme inverse du précédent :

$$C^6H^4 \begin{cases} AzH - AzH - R \\ COH \end{cases} = C^6H^4 \begin{cases} Az \\ | \\ CH \end{cases} AzR + H^2O.$$

Cette tendance à la formation du noyau indazylique laisse supposer que ce dernier pourrait exister dans la molécule de certains produits naturels. M. Freundler propose de doser et de caractériser l'anthranilate de méthyle (après entraînement en solution carbonatée) en le chauffant à 100° avec de l'isosulfocyanate de phényle en excès. On obtient dans ces conditions de la *cétothiotétrahydrophénylquinazoline*, déjà décrite par M. Coy. Celle-ci est suffisamment insoluble dans l'alcool froid pour servir au dosage de l'anthranilate. Cette méthode a permis à l'auteur de contrôler les expériences de M. Schmidt ayant trait à la formation de l'anthranilate par chauffage de l'acide isatoïque avec de l'alcool méthylique à 150°. — MM. **A. Kling** et **M. Viard** proposent un procédé de différenciation des alcools primaires, secondaires et tertiaires basé sur leur inégale résistance vis-à-vis de la chaleur. La détermination de leur densité de vapeur permettra donc de faire cette diagnose. — M. **Locquin** expose les procédés de réduction qui lui ont permis d'obtenir des dérivés α-aminés (éthers ou acides) en partant des dérivés α-isonitrosés correspondants. La réduction peut être effectuée à l'aide de l'amalgame de sodium ou, mieux, de l'amalgame d'aluminium. L'auteur a fait porter principalement ses essais sur l'*α-isonitrosoisocaproate d'éthyle* ($(CH^3)^2 : CH.CH^2.C(:AzOH).CO^2C^2H^5$), dérivant de l'action des cristaux des chambres de plomb sur l'isobutylacétylacétate d'éthyle. L'hydrogénation de cette oxime de constitution nettement définie lui a fourni directement — outre une petite quantité (environ 6 °/₀) d'*α-oxyisocaproate d'éthyle* bouillant à 82° sous 10 millimètres — l'éther éthylique de l'acide α-aminoisocaproïque et ce dernier acide lui-même. L'*α-amino-isocaproate d'éthyle* se forme avec un rendement de 22 °/₀ et bout à 94° sous 16 millimètres. Son *urée* fond à 92-93°. Il se condense spontanément à froid pour donner la *di-isobutyl-3:6-diaci-2:5-pipérazine*, qui fond à 265°. Quant à l'*acide α-amino-isocaproïque*, on l'obtient *rigoureusement pur* par la réduction du dérivé nitrosé correspondant. Il fond vers 290°

[1] Voyez la *Revue* des 15 et 30 juillet 1903.

en se décomposant. Ses dérivés benzoylé et benzènesulfoné fondent *avec la plus grande netteté*, le premier à 139-140° et le second à 145-146°. — M. **Ch. Lauth** adresse à la Société un Mémoire intitulé : *Colorants du triphénylméthane solides aux alcalis.* — M. **Em. Campagne** envoie un Mémoire *sur le dosage volumétrique du vanadium et du chrome coexistant en solution.* — M. **Georges Baugé** adresse un Mémoire *sur un tartrate chromeux cristallisé.* — MM. **A. Haller** et **A. Guyot** adressent un Mémoire intitulé : *Synthèses dans la série anthracénique.*

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 17 Mars 1904.

M. **W. A. Tilden** communique les résultats de ses recherches sur les *chaleurs spécifiques des métaux et la relation de la chaleur spécifique au poids atomique.* Le but de ses expériences était de déterminer si les chaleurs atomiques des éléments entrant en combinaison sont conservées dans le composé à toutes les températures, des résultats obtenus précédemment par l'auteur et par d'autres savants ayant montré que les chaleurs spécifiques des métaux à faible poids atomique, tels que l'aluminium, augmentent très rapidement avec une élévation de température. Comme il n'est pas possible de déterminer la chaleur spécifique du soufre sur une longue échelle de température, on a choisi le tellure pour faire l'expérience. On a préparé des composés d'étain, d'argent et de nickel avec le tellure, et deux alliages d'argent et d'aluminium. Les chaleurs spécifiques moyennes de tous ces éléments, excepté l'étain qui fond à 232° C., ont été déterminées du point d'ébullition de l'oxygène liquide jusqu'à 500° C., pour les éléments les moins fusibles, ce qui donne un intervalle total d'environ 680° C. D'après ces chaleurs spécifiques moyennes, on a calculé les vraies chaleurs spécifiques à des intervalles de 100° C. de température absolue, et l'on a déduit des chaleurs spécifiques les chaleurs atomiques. On a aussi déterminé les chaleurs spécifiques moyennes des composés formés par leur union, et avec ces chiffres les chaleurs moléculaires des composés ont été calculées. En comparant le total des chaleurs atomiques des éléments présents avec la chaleur moléculaire du composé à des températures successives, on trouve qu'il existe entre elles une étroite concordance. L'ordre des différences est montré par l'exemple suivant :

Tellurure de Nickel, NiTe.

TEMPÉRATURE absolue	SOMME DE CHALEUR atomique de NiTe	CHALEUR MOLÉCULAIRE de NiTe
100°	9,20	8,38
200°	11,08	11,35
300°	12,22	12,41
400°	13,00	12,92
500°	13,49	13,15
600°	13,85	13,28
700°	14,11	13,35

Les résultats de ces expériences montrent que la loi de Neumann est à peu près exacte, non seulement à des températures variant de 0° à 100° C., mais à toutes les températures. Ils indiquent aussi que la chaleur spécifique d'un solide est déterminée par la nature des atomes composant les molécules physiques et n'est pas une mesure du travail produit dans l'expansion thermique. Le Mémoire se termine par une discussion sur les relations de la chaleur spécifique au poids atomique dans des conditions physiques différentes, c'est-à-dire à l'état solide, liquide et gazeux. — M. **James Dewar** : *Constantes physiques aux basses températures.* 1. *Densités de l'oxygène, de l'azote et de l'hydrogène solides.* Les densités observées de l'oxygène et de l'azote solides, prises au point d'ébullition de l'hydrogène, sont 1,425 et 1,026 respectivement. De même, on a trouvé que la densité de l'hydrogène solide entre 13° et 14° absolus est de 0,076. Des observations données dans le Mémoire, on a déduit dans chaque cas la « ligne diamétrale de Mathias », et de celle-ci découlent la densité critique et le volume moléculaire à la température de 0°. Le volume moléculaire de l'oxygène à 0° est 21,2, de l'azote 25,5 et de l'hydrogène 24,2. De ces données il s'ensuit que, si l'eau solide pouvait résulter d'une combinaison d'hydrogène et d'oxygène solides ayant lieu à la température de 0°, la réaction entraînerait une contraction de volume de 45 °/₀. Le Mémoire se termine par une discussion sur les constantes critiques de l'hydrogène. — M. **F. E. Smith** décrit le *mode de construction de quelques étalons de résistance au mercure et la détermination du coefficient thermique de résistance du mercure.* Ces étalons ont été construits pour le Laboratoire national de Physique anglais. Une comparaison entre l'ohm international réalisé par ces étalons et l'unité de résistance dérivée des bobines appartenant à la *British Association* montre une différence de 0,00008 ohm entre le premier et la seconde. Il y a, d'autre part, une différence de 0,00002 ohm entre l'ohm international du *Physikalische Reichsanstalt* et celui de l'auteur. Le coefficient thermique de résistance du mercure en verre 16''' de Iéna entre 0° et 22° C. est $R_T = R_0\ [1 + 0{,}000.880.18\ T + 0{,}000.001.057.93\ T^2]$; du mercure en verre dur : $R_T = R_0\ [1 + 0{,}000.880.36\ T + 0{,}000.001.056.4\ T^2]$, T étant la température sur l'échelle à hydrogène. — MM. **A. Gray** et **A. Wood** : *Effet d'un champ magnétique sur le degré d'amortissement des oscillations de torsion dans des fils de fer et de nickel; variations produites par l'étirage et le recuit.* L'effet du champ magnétique sur la viscosité interne d'un fil de nickel dépend beaucoup de la dureté du métal. L'étirage et le recuit répétés produisent une sensibilité plus grande à l'action du champ magnétique. — M. **K. Pearson** montre que la variabilité du rang du descendant dû à un groupe de parents de caractère défini peut être employée avec avantage comme *critérium entre les diverses théories de l'hérédité.* En particulier, si la variabilité du rang est représentée graphiquement en fonction du caractère du parent, on doit trouver comme courbe résultante : 1° dans l'hypothèse de la loi ancestrale, une ligne droite horizontale; 2° dans la théorie mendélienne généralisée, une parabole avec axe horizontal; 3° dans la théorie généralisée de l'hérédité alternative (qui divise les descendants en deux groupes plus ou moins associés avec l'un ou l'autre parent), une hyperbole avec axe vertical réel. Or, les mesures de l'auteur sur la taille, la longueur de la main, de l'avant-bras, et l'indice céphalique chez l'homme montrent que, dans la limite des erreurs probables, la courbe de variation est une ligne droite horizontale, résultat en faveur de la loi ancestrale.

Séance du 24 Mars 1904.

MM. **W. M. Bayliss** et **E. H. Starling** : *La régularisation chimique des processus sécrétoires* (*Croonian Lecture*). Les auteurs, après avoir rappelé les travaux récents sur le mécanisme des processus sécrétoires dans le tube digestif, étudient de plus près le mode de sécrétion du suc pancréatique sous l'influence de la *sécrétine.* Ce corps se produit par l'action des acides, des savons ou de l'eau bouillante sur la membrane muqueuse de l'intestin; il y a tout lieu de croire qu'il résulte de la dissociation hydrolytique d'une substance renfermée dans les cellules et appelée *pro-sécrétine*, mais il a été jusqu'à présent impossible d'isoler cette dernière. La sécrétine n'est ni un protéide coagulable, ni un ferment, ni un alcaloïde, ni un acide diaminé; elle est légèrement diffusible à travers les membranes animales et passe à travers un filtre Chamberland gélatiné. C'est donc un corps à poids moléculaire relativement faible et non un colloïde. Elle peut être comparée à l'adrénaline; elle agit par ses propriétés physico-chimiques, et non à la façon des toxines par la production d'un anti-corps. Elle est très oxydable; elle n'est

pas spécifique pour un individu ou une espèce. Elle agit non seulement sur le pancréas, mais aussi sur le foie, en provoquant une sécrétion biliaire simultanée. Elle n'a pas d'action sur d'autres glandes : la sécrétion salivaire glaireuse qui accompagne quelquefois l'injection de sécrétine est simplement le résultat de l'abaissement de la pression sanguine. La sécrétine paraît agir sur le pancréas : d'une part, en forçant les cellules à rejeter les granules qu'elles ont élaborés pendant le repos, d'autre part en excitant le protoplasma à la formation de nouveaux granules de sécrétion. La formation de la sécrétine dépend de la présence du chyme acide dans le duodénum; celui-ci arrive de l'estomac à intervalles variables après l'absorption de nourriture. Dès son arrivée dans l'intestin, la sécrétine se forme, passe dans le sang, arrive au pancréas, et elle continue à se former jusqu'à ce que le suc pancréatique sécrété neutralise exactement l'acide du contenu intestinal. La présence d'un excès d'acide dans le duodénum est empêchée par un mécanisme réflexe du pylore, qui reste fermé tant que le contenu du duodénum est acide. Un caractère frappant du pancréas, c'est le pouvoir d'adapter sa sécrétion à la nature de l'aliment ingéré. Pawlow a déja signalé, mais sans preuve absolument convaincante, que, suivant que la nourriture renferme surtout des protéides, des hydrates de carbone ou des graisses, on trouve dans le suc pancréatique une prépondérance du ferment respectif. Weinland et Bainbridge ont donné une meilleure preuve de cette adaptation : l'extrait ou le suc pancréatique des chiens en régime normal ne contient pas de lactase, tandis que l'ingestion de lactose par ces animaux provoque l'apparition du ferment. Les auteurs ont repris l'étude de cette question. Par des expériences très délicates, ils montrent que l'adaptation du pancréas au lactose se fait par l'intermédiaire de la muqueuse intestinale; à la suite du contact du lactose avec cette dernière, elle secrète une substance x qui, entraînée par le sang au pancréas, y provoque la formation de lactase qui s'écoule avec le suc pancréatique. En effet, si l'on fait macérer la muqueuse intestinale d'un chien alimenté exclusivement avec du lait, puis qu'on injecte ce liquide dans les veines d'un chien nourri exclusivement au biscuit, et enfin qu'on recueille la sécrétion pancréatique de ce dernier excitée par l'entrée de chyme acide dans l'intestin, on y trouve de la lactase, qui n'y existait pas antérieurement. La nature de la substance x n'a pu être encore déterminée. Les auteurs ont seulement constaté jusqu'à présent qu'elle est détruite à la température d'ébullition de l'eau.

Séance du 28 Avril 1904.

Sir **W. Ramsay** et **M. F. Soddy** ont poursuivi leurs recherches *sur la production de l'hélium aux dépens du radium*. En admettant que l'émanation résulte de la désintégration d'une fraction définie du radium par seconde, cette fraction peut être calculée d'après le volume de l'émanation et le temps d'accumulation. L'émanation s'accumule, en effet, jusqu'à ce que la vitesse de production soit équilibrée par la vitesse de disparition, la quantité restant alors constante. Les auteurs déduisent de ces expérieuces que cette quantité d'équilibre est égale à 1,3 mm. c. pour 1 gramme de radium; cette même quantité de radium produit $2{,}85 \times 10^{-6}$ mm. c. d'émanation par seconde; la fraction constante du nombre des particules qui se désintègre par seconde est $2{,}85 \times 10^{-11}$ et la vie moyenne d'une particule de radium est de 1.150 ans. L'émanation ressemble, par son inertie chimique, aux gaz de la famille de l'argon et sa molécule est probablement monoatomique. Son poids atomique est donc le double de sa densité rapportée à l'hydrogène; celle-ci n'est pas exactement connue, mais des expériences de diffusion ont donné une valeur voisine de 80. Le poids atomique étant donc voisin de 160, un atome de radium ne peut pas produire plus d'un atome d'émanation. Des mesures de Curie, les auteurs déduisent qu'un cc. d'émanation émet $7{,}4 \times 10^6$ calories pendant sa transformation complète; 1 gramme de radium émet de même 10^9 calories. Enfin, les expériences de Rutherford montrent que la plus grande partie de l'énergie de désintégration apparaît sous forme d'énergie cinétique de radiation α, une seule particule α étant projetée de l'atome de radium à chaque désintégration. — **M. F. Horton** a étudié *les effets des changements de température sur le module de rigidité de torsion des fils métalliques*. Les expériences ont été entreprises au Laboratoire Cavendish, dans le but de déterminer la façon dont varie le module de rigidité torsionnelle avec la température. Les métaux expérimentés sont le cuivre, le fer, le platine, l'or, l'argent, l'aluminium, l'étain, le plomb, le cadmium, tous chimiquement purs, ainsi que des échantillons de cuivre commercial, et des fils d'acier pour piano. On a employé une méthode dynamique d'expérimentation, les oscillations de torsion du fil à l'épreuve étant observées au moyen d'une méthode de coïncidence capable de donner une grande exactitude. Voici le résumé des principaux résultats : 1° Pour toutes les substances examinées, à l'exception du cuivre pur et de l'acier, le module de rigidité, à une température donnée, n'est pas constant, mais augmente avec le temps; 2° la diminution du module de rigidité par degré d'élévation de température entre 10° C. et 100° C. est constante pour le cuivre pur et pour l'acier, mais elle ne l'est pas pour aucune autre substance examinée; 3° en général, l'effet du chauffage à haute température est d'accroître la valeur du module de rigidité à des températures plus basses; 4° la viscosité interne de tous les métaux examinés, à l'exception du fer doux et de l'acier, s'accroît avec la température. La viscosité interne du fer doux décroît rapidement avec l'élévation de température et atteint une valeur minimum à environ 100° C. Il y a aussi une faible diminution avec l'acier; 5° un chauffage répété et une oscillation continue à de faibles amplitudes font décroître le frottement interne; 6° le frottement interne et la période de vibration torsionelle s'accroissent à la fois avec l'amplitude de l'oscillation; 7° une vibration à grande amplitude altère considérablement à la fois le décrément logarithmique et la période d'oscillation à de plus faibles amplitudes; 8° la viscosité interne d'un fil bien recuit, suspendu et abandonné à lui-même, décroît graduellement.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 27 Mai 1904.

M. C. Chree étudie la loi de l'action entre les aimants et ses conséquences quant à la détermination de la composante horizontale du champ magnétique terrestre à l'aide de magnétomètres unifilaires. Il montre comment on doit combiner les observations quand on veut prendre en considération les termes supérieurs, généralement négligés dans les réductions des magnétomètres. — **M. J. Larmor** présente quelques considérations sur l'absence d'effets de mouvement à travers l'éther et ses rapports avec la constitution de la matière dans l'hypothèse de Fitzgerald-Lorentz. Cette absence d'effet pour le premier ordre a été démontrée par Lorentz; pour le second ordre, elle a été établie expérimentalement par Michelson, Trouton, Lord Rayleigh et Brace. Il y a donc une correspondance complète dans le détail entre le système matériel relié au mouvement de la Terre et le même système en repos dans l'éther, de sorte que leurs relations internes ne peuvent être distinguées. — **MM. P. E. Shaw** et **C. A. B. Garrett** montrent que le phénomène de la cohérence ne peut guère être expliqué autrement que par la théorie originale de la fusion de Lodge. La recohérence peut être expliquée soit par la fusion, soit par des changements moléculaires ou intramoléculaires, provoqués durant la cohérence par les chocs locaux violents au contact.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 18 Mai 1904.

M. W. A. **Tilden**, en faisant agir le chlorure de nitrosyle sur un mélange en quantités égales de *d*-et *l*-pinène, a obtenu le nitrosochlorure avec un rendement de 55 °/₀. Son point de fusion est 115°. La méthylaniline est préférable à l'aniline pour la régénération du pinène. — MM. H. J. S. **Sand** et J. E. **Hackford** recommandent l'emploi d'électrodes de plomb pour la détermination électrolytique de faibles quantités d'arsenic. Les erreurs provenant de la présence de métaux étrangers peuvent être rectifiées par l'addition d'acétate de plomb ou de sulfate de zinc à l'électrolyte. — MM. J. T. **Mackenzie** et A. F. **Joseph** ont trouvé que le benzhydrol est formé accessoirement dans l'action des alkyloxydes de Na sur le chlorure de benzophénone. L'anhydride du phényldi-β-hydroxynaphtylméthane a été obtenu par l'action du chlorure de benzylidène sur le β-naphtol. — MM. J. T. **Hewitt**, J. **Kenner** et H. **Silk** ont étudié la bromuration des phénols. Une molécule de Br agissant sur le phénol en présence d'un acide minéral fort donne surtout du *p*-bromophénol. Un excès de Br, en présence d'acide sulfurique à 73 °/₀ et d'acide acétique glacial, fournit presque quantitativement le 2:4-dibromophénol.— M. Ch. Ed. **Fawsitt** montre que la décomposition par les acides des alkylurées n'est pas une hydrolyse directe, mais une décomposition secondaire, suivant une transformation isomérique en cyanates d'alkylammoniums. — M. H. M. **Dawson** et Mlle E. E. **Goodson** ont étudié la formation des periodures alcalins et alcalino-terreux dans les solutions de nitrobenzène contenant I et KI. Il se forme principalement des ennéaiodures $M^{I}I^{9}$ ou $M^{II}I^{18}$, qui paraissent être les composés limites supérieurs. — MM. W. A. **Bone** et J. **Drugman** ont obtenu de l'alcool éthylique comme produit primaire de l'action de l'ozone sur l'éthane à 100°; il se forme secondairement de l'acétaldéhyde et des traces de formaldéhyde. — M. A. E. **Dixon**, en faisant réagir le chlorure de caproyle sur le thiocyanate d'ammonium dans le benzène, a obtenu la caproylthiocarbimide $C^5H^{11}.CO.AzCS$, Eb. 108° sous 23 millimètres; elle est hydrolysée par l'eau bouillante en acides caproïque et thiocyanique. Elle réagit sur les amines primaires et secondaires pour donner des thiocarbamides; la caproylphénylthiocarbamide $C^5H^{11}.CO.AzH.CS.AzHC^6H^5$ fond à 77°-78°.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE LONDRES

Séance du 11 Avril 1904.

M. W. **Thomason** a constaté que, lorsque l'on fait cuire des poteries vernissées avec des pâtes exemptes de plomb dans des fours où l'on cuit simultanément des poteries vernissées au plomb, l'oxyde de plomb qui se volatilise des secondes pendant la cuisson est absorbé par le vernis des premières, qui peut en renfermer à la fin jusqu'à 0,67 °/₀. — Le même auteur communique ses recherches sur la préparation de couvertes de plomb de faible solubilité. Le bisilicate de plomb, dont la préparation est très simple, paraît être le meilleur composé de plomb, étant donnée sa faible solubilité dans les acides. — M. W. **Smith** a étudié l'action de certaines solutions sur l'aluminium et le zinc. L'aluminium pur offre une grande résistance à l'acide nitrique au-dessous de 50°. Des récipients en bois recouverts de feuilles d'aluminium conviendraient parfaitement à la conservation de cet acide. L'aluminium est également préférable au zinc pour la construction des citernes destinées à la conservation de l'eau. Il faut apporter un grand discernement dans l'emploi de l'aluminium pour les ustensiles de cuisine; il est attaqué dans certains cas et résiste dans d'autres.

SECTION DE MANCHESTER

Séance du 4 Mars 1904.

M. A. **Hopwood** a étudié la façon dont se comportent les diverses argiles cuites en présence des divers gaz de la combustion qui peuvent passer dans les fours. Toutes les argiles s'assombrissent quand on les chauffe dans des milieux réducteurs, mais la teinte sombre n'est appréciable que lorsqu'elles renferment des quantités considérables de fer ou de matière organique. Les colorations bleues ou noires changent rapidement par oxydation; dans les fours faisant des briques bleues, il ne faut pas laisser entrer d'air au dernier stade de l'opération.

SECTION DE NEW-YORK

Séance du 25 Mars 1904.

M. A. G. **Stillwell** décrit une méthode pour la détermination de l'acide acétique dans l'acétate de chaux par distillation avec de l'acide phosphorique et réception du distillatum dans une solution titrée de soude. — M. R. W. **Moore** décrit une méthode pour le dosage de la résine de jalap dans les racines de cette plante. — M. W. J. **Sharwood** donne le résultat de ses essais sur la coupellation d'alliages de platine contenant de l'argent ou de l'or et de l'argent. Dans tous les cas, du plomb est retenu; mais le plomb retenu diminue quand le rapport de l'argent au platine augmente. Cette rétention du plomb provient de la diminution de fusibilité du bouton.

Séance du 22 Avril 1904.

M. W. G. **Berry** indique une méthode d'identification de la gutta-percha et des gommes de même nature, basée sur l'isolement de leurs résines. — M. W. M. **Grosvenor jr.** étudie les diverses méthodes d'analyse de l'acétate de chaux commercial. La meilleure est la méthode par distillation; il faut opérer sur des échantillons bien choisis et bien desséchés. L'auteur propose quelques modifications pour éviter les causes d'erreur, qui sont : l'entraînement d'acide phosphorique, la présence de CO^2 et d'HCl dans l'acétate, la distillation incomplète. — M. D. D. **Jackson** décrit un appareil pour la détermination directe du poids spécifique du ciment. On prend un poids fixe de ciment et l'on mesure la quantité de kerosène qu'il déplace.

SECTION DE NOTTINGHAM

Séance du 30 Mars 1904.

M. T. F. **Harvey** montre que l'indice d'iode de l'huile de térébenthine varie d'une façon appréciable suivant l'excès de solution de Wijs employé et le temps de contact. Pour obtenir des résultats exacts, il faut opérer dans des conditions bien déterminées.

Séance du 27 Avril 1904.

M. O. F. **Hudson** a reconnu que le glaçage de certaines sortes de fers siliceux est causé principalement par une augmentation du pourcentage de soufre. La différence d'aspect des fractures est due à la faible dimension des plaques de graphite dans le fer glacé.

SECTION DU YORKSHIRE

Séance du 25 Janvier 1904.

MM. W. M. **Gardner** et A. **Dufton** présentent leur lampe *dalite* pour l'égalisation des couleurs. On sait que les teintes apparentes des objets varient suivant qu'ils sont éclairés par des lumières de sources diverses. La lampe *dalite* consiste en une lampe à arc électrique entourée d'un verre préparé spécialement pour absorber les rayons que la lampe émet en excès sur ceux présents dans la lumière normale du jour.

Séance du 18 Avril 1904.

MM. W. M. **Gardner** et B. **North** montrent que, soit à l'état solide, soit en solutions, le permanganate de

potasse pur conserve sa force s'il est conservé dans des bouteilles bien bouchées, même à la lumière. L'oxalate d'ammonium en solution garde sa force pendant environ une semaine; puis elle diminue d'environ 1 °/₀ par 15 jours. L'oxalate solide se conserve sans altération pendant un an au moins.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Séance du 29 Avril 1904.

M. **E. Gehrcke** présente une méthode simple pour déterminer les courbes de courant des courants alternatifs à haute tension. Comme l'a fait voir M. H. A. Wilson, l'effluve négatif sur la cathode d'un tube de Geissler recouvre une surface proportionnelle à l'intensité du courant, aussi longtemps que la cathode n'est pas couverte tout entière. C'est en se basant sur ce fait que l'auteur construit son appareil. Deux fils de nickel, d'une longueur d'à peu près 20 centimètres, sont scellés à quelques centimètres de distance dans un tube d'un diamètre d'environ 6 centimètres. Si ce dernier, à une raréfaction appropriée, est traversé par un courant continu à haute tension, l'une des électrodes se recouvre d'une enveloppe lumineuse, qui n'est autre que l'effluve négatif, et qui, d'après ce qu'on vient de dire, occupe une longueur du fil cathodique proportionnelle à l'intensité de courant, alors que, sur l'anode, on observe une faible luminosité limitée à la pointe. Lorsqu'au contraire on fait passer par le tube un courant alternatif, les deux électrodes s'enveloppent d'un effluve, alors que les pointes des fils présentent la luminescence anodique. Or, en observant ce phénomène dans un miroir tournant dont l'axe de rotation est parallèle aux électrodes, les phases successives du courant se voient juxtaposées dans l'espace. Si la position du tube est telle que les images des électrodes données dans un miroir tournant coïncident sur la même ligne droite, le contour des images lumineuses de l'effluve indique immédiatement la courbe caractéristique du courant alternatif. Ce dispositif s'emploie avec avantage dans bien des cas au lieu du tube de Braun. — M. **J. Schubert** présente un Mémoire sur l'échange de chaleur dans le sol, les eaux et l'atmosphère. Ce travail se base sur les recherches théoriques de M. W. von Bezold, lequel désigne l'intégrale

$$\int_{t_0}^{t} C(t-t_0)\,dh$$

sous le nom de *teneur calorifique* du sol (h est la hauteur de la colonne considérée au-dessous du niveau du sol, hauteur telle que les oscillations de température deviennent inappréciables; C est la capacité thermique par unité de volume, t_0 la température initiale et t la température actuelle). La différence entre les teneurs calorifiques maxima et minima de l'année donne l'échange de chaleur annuel. Voici les valeurs en calories-gramme par centimètre carré que trouve l'auteur pour l'échange de chaleur annuelle :

Sable (Eberswalde, près Berlin)	1.850
Atmosphère, exempte de vapeur (Berlin). .	2.620
Atmosphère, y compris la chaleur de la vapeur (Berlin)	3.600
Mer du Nord et Baltique (stations danoises).	44.000

Comme le font voir des expériences spéciales, l'échange de chaleur diurne est également bien plus considérable dans l'eau que dans le sol.

ACADÉMIE ROYALE DES LINCEI

Séances d'Avril 1904.

1° Sciences mathématiques. — M. **L. Bianchi** a trouvé qu'il existe un théorème de permutabilité pour les transformations générales de Darboux des surfaces isothermes, et il donne les formules relatives à ce théorème. — M. **C. Somigliana** rappelle une démonstration qu'il a donnée d'un théorème équivalent au principe des images de Lord Kelvin, en relation avec les équations de l'élasticité dans le cas de corps limités par des plans. M. Somigliana montre les applications générales de son théorème, et s'occupe des problèmes nouveaux de Statique élastique dont ce théorème permet la solution. — M. **Enriques** établit le théorème suivant : Le groupe de monodromie d'une fonction algébrique $x(t)$ appartenant à une surface donnée de Riemann (c'est-à-dire le groupe d'une $g'_n t(xy) = \text{const.}$ sur une courbe $f(x, y) = 0$) est toujours le groupe total, si la fonction $x(t)$ (et la série g'_n) n'est pas composée, et si elle a quelque point d'embranchement simple. — M. **T. Levi-Civita** soumet au calcul une question d'Electrostatique qui se rattache à la construction des câbles télégraphiques; il examine le maximum de résistance que présente le revêtement isolant à la perforation par la décharge disruptive, lorsqu'il se produit une chute de potentiel dans les conducteurs. — M. **G. Picciati** étudie par le calcul le flux d'énergie et la radiation dans un champ électromagnétique engendré par la convection électrique.

2° Sciences physiques. — M. **R. Nasini** entretient l'Académie des recherches poursuivies par M. **Pellini** sur la radio-activité des boues d'Abano, qui donnent un chlorure barytique dont il est possible d'augmenter les propriétés actives. D'autre part, M. **Anderlini** a reconnu que toutes les émanations des « soffioni » de Lardarello sont fortement radio-actives, et que cette radioactivité s'affaiblit avec le temps; mais la diminution semble marcher d'accord avec celle que l'on observe dans l'émanation du radium. Ces recherches seront continuées sur les lieux mêmes et avec des grandes quantités de matériel. Dans une deuxième Note, M. Nasini annonce qu'il a examiné, à l'aide de la méthode Bunsen, plusieurs produits volcaniques pour y rechercher l'existence de l'hélium ; les résultats ont été négatifs, ce qui prouve que les spectres caractéristiques des gaz ne peuvent se montrer, dans les conditions ordinaires, dans les flammes. — M. **E. Oddone**, en vue du prochain fonctionnement de l'Observatoire sur le sommet du Mont Rose, a étudié les variations de la température de l'air sur ce sommet. Le minimum se présente au mois de janvier; la moyenne annuelle serait — 13°4; la variation annuelle atteindrait 13°6. Les températures extrêmes, allant de + 10° à — 40° environ, permettent de ne pas recourir aux thermomètres à alcool qui exigent de nombreuses corrections. — M. **M. Padoa** a repris les expériences de Pickardt sur la vitesse de cristallisation des mélanges isomorphes, vitesse qui atteint son maximum (k.G.) lorsque le corps est pur. Ces recherches montrent qu'en ajoutant à un corps des substances qui forment avec ce corps des solutions solides, k.G. ne diminue pas ou diminue très peu; et que, comme l'a reconnu M. Tammann, l'addition de substances étrangères favorise quelquefois et empêche d'autres fois la formation de germes cristallins, tandis que l'addition de substances isomorphes ne manifeste aucune action caractéristique.

3° Sciences naturelles. — M. **Tacconi**, en visitant les mines de cuivre de Boccheggiano, a recueilli plusieurs échantillons de minéraux dont il donne la description. Parmi ces minéraux (chalcopyrite, pyrite-marcassite, galène, etc.) se trouve la tetraèdrite, analysée par M. Tacconi, qui en donne la formule suivante :

$$[3(Cu, Ag)_2S.Sb_2S_3] + {}^1/_4\,[6(Zn, Fe)S.Sb_2S_3].$$

Un minéral nouveau pour l'Italie, trouvé à Boccheggiano, est la *bismuthine*, qui forme de petits prismes semblables à des aiguilles, d'un noir luisant. — M. **Borzi** a observé que la *Visnea Mocanera*, qui fleurit tous les ans dans le Jardin Botanique de Palerme, a ses fleurs blanches très peu visibles et tournés vers la terre; en échange, ces fleurs possèdent une odeur pénétrante et désagréable, qui rappelle celle de la chair pourrie. C'est cette odeur qui attire en grand nombre les in-

sectes, et en particulier les mouches. Or, M. Borzi a cherché à établir si le liquide odorant élaboré par les fleurs est analogue aux produits indoliques qui se forment par la putréfaction des substances albuminoïdes. En effet, plusieurs réactions ont montré que l'odeur de la *Visnea Mocanera* dépend d'une substance appartenant au groupe des indols, et il n'est pas improbable qu'elle soit identique au scatol. — M. R. **Fusari** s'occupe des phases retardées de développement de la muqueuse intestinale de l'homme. En examinant au microscope le tube gastro-intestinal de deux fœtus, M. Fusari a observé des particularités qui prouvent que la muqueuse de l'intestin, avant la fin de la vie endo-utérine, subit des modifications importantes; elle perd sa couche superficielle ou au moins les premières villosités qui se sont formées, en développe de nouvelles, et prend ainsi l'apparence que l'on retrouve encore chez l'adulte. — M. C. **Foà** a fait des recherches sur les nucléoprotéïdes et leurs produits de scission, étudiant en outre la nature chimique de l'histone et des substances protéïdes que l'on extrait de l'histone. — Pendant la quatrième expédition de M. A. Mosso sur le Mont Rose, M. A. **Aggazzotti** a repris les recherches sur les échanges respiratoires des cobayes à la pression normale et sur la montagne. Pour l'unité de temps et de poids, sous l'action de l'air raréfié, on observe un léger accroissement d'acide carbonique expiré par les cobayes, et le séjour dans cet air produit chez les animaux une augmentation de poids. Dans ces expériences, on rencontre de fortes différences individuelles. — M. B. **Gosio** a observé que les micro-organismes sont capables de décomposer les sels de tellure, et de donner naissance à des colorations brunes et noires caractéristiques. Ces réactions permettent de relever l'existence des microorganismes en plusieurs circonstances délicates, comme dans le contrôle des sérums thérapeutiques.

Ernesto Mancini.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 21 Avril 1904.

1° Sciences mathématiques. — M. K. **Zahradnik** : La théorie des strophoïdales. — M. L. **Weinek** : Preuve graphique de la méthode de détermination des trajectoires des comètes d'Olbers, du théorème de la vitesse constante des surfaces et du calcul des éphémérides.

2° Sciences physiques. — M. J. **Hann** communique ses recherches sur la diminution de la température avec la hauteur jusqu'à 10 kilomètres d'après les résultats des ascensions internationales de ballons-sondes. Il confirme en général les résultats de Teisserenc de Bort. La diminution de la température avec la hauteur, dans les couches inférieures de l'atmosphère, est plus lente dans les anticyclones que dans les cyclones; pour les couches supérieures, c'est le contraire qui se produit. Les températures les plus basses, à grande hauteur, se trouvent dans les anticyclones. — M. O. **Tumlirz** : Le rayonnement calorifique de la flamme de l'hydrogène. — M. M. **Gröger** : Sur les chromates de zinc et de cadmium. — M. R. **Ofner** montre que la benzylphénylhydrazine du commerce contient toujours, à l'état d'impureté, de la benzylidènebenzylphénylhydrazone, F.110°-111°. La quantité de celle-ci peut atteindre 10 à 20 °/₀. — M. R. **Fritsch** : Sur le dibenzylanthracène et ses dérivés. — M. E. **Murmann** : Essais quantitatifs sur la préparation de l'σ-phénylquinoline. — M. E. **Sittig** : Sur un hydrate de carbone azoté du foie.

3° Sciences naturelles. — M. R. **Sturany** a déterminé un certain nombre de Gastropodes nouveaux, provenant des Balkans et de l'Asie mineure. — M. G. **Para** adresse quelques renseignements sur le tremblement de terre ressenti à Uskub le 4 avril dernier; il n'a causé aucun dommage dans la ville, mais plusieurs villages du vilayet ont sérieusement souffert des secousses. — M. R. **Hoernes** envoie de Salonique d'autres détails sur le même séisme. Il semble que plusieurs des lignes tectoniques qui traversent la masse brisée du Rhodope sont entrées en activité ce jour-là. — M. E. **Hussak** : Sur l'existence du platine et du palladium au Brésil. — M. F. **Becke** poursuit ses études géologiques sur la galerie Nord du tunnel du Tauern.

Séance du 28 Avril 1904.

1° Sciences mathématiques. — M. M. **Allé** : Sur les transformations infinitésimales. — M. O. **Biermann** : Sur le reste des séries trigonométriques. — M. J. **Löschardt** suppose que la surface de Vénus n'est pas uniforme, mais se compose de continents et de mers, les uns réfléchissant, les autres absorbant surtout le rayonnement solaire et produisant des maxima et des minima de rayonnement calorifique. L'auteur va essayer de déterminer les époques de ces maxima et minima au moyen du bolomètre, et par là la durée de rotation de Vénus. — M. F. **Hasenöhrl** montre que la Thermodynamique exige la réciprocité de la marche du rayonnement entre les corps en mouvement. Pour que cette loi se vérifie dans la réfraction, il faut que l'éther, à l'intérieur d'une matière en mouvement transparente, ait une certaine vitesse. Cette déduction conduit à une valeur du coefficient de propagation de Fresnel. — M. O. **Tumlirz** : Le travail interne dans la dilatation isotherme de la vapeur d'eau saturée sèche.

2° Sciences physiques. — M. E. G. **Bausenwein** a déterminé la variation de l'effet Peltier avec la température sur les combinaisons cuivre-fer et argent-fer. Les résultats confirment, en général, la théorie, avec quelques anomalies intéressantes. — M. J. **Billitzer**, poursuivant ses recherches sur l'électricité de contact, montre que les différences de potentiel qui se produisent au contact de deux phases ont leur principale origine dans l'action des pressions de solution; les phénomènes de diffusion et la répartition différente des anions et des cathions entre les deux phases n'ont qu'un rôle très secondaire. — MM. St. **Meyer** et E. R. **von Schweidler** ont constaté que, lorsqu'on soumet les substances radio-actives (uranium et ses sels, solides ou en solution, pechblende, polonium, oxyde de thorium, radium) à des élévations de température allant de 20° à 200°, le courant de décharge est diminué. Par refroidissement progressif, la vitesse de décharge reprend sa valeur normale et la dépasse même quelquefois. — M. J. **Knett** a étudié les cristaux de sulfate de baryte que déposent les eaux de Karlsbad et reconnu qu'ils sont radio-actifs. Les faces du macrodome ont un rayonnement plus intense que celles du brachypinacoïde. — MM. J. **Herzig** et R. **Tscherne** ont étudié un certain nombre de dérivés de la galloflavine, dont l'analyse les conduit à admettre pour ce corps la formule $C^{15}H^{8}O^{10}$, au lieu de $C^{13}H^{6}O^{9}$ (Bohn et Graebe). Les matières colorantes (résoflavines) obtenues par action des persulfates sur les oxyacides aromatiques présentent de grandes analogies de réactions avec la galloflavine. — M. F. **von Hemmelmayer** poursuit ses recherches sur l'ononine et ses dérivés. La détermination du poids moléculaire de l'ononétine confirme la formule $C^{25}H^{26}O^{11}$ pour ce corps. L'oxydation de la formononétine par le caméléon en solution alcaline fournit de l'acide anisique; l'oxydation par l'acide nitrique un trinitrodioxybenzène. — M. Zd. H. **Skraup** a isolé des produits d'hydrolyse de la caséine par l'acide chlorhydrique les substances suivantes à l'état cristallisé : les acides diaminoglutanique et diaminoadipique (tous deux diaminodicarboniques), les acides aminooxysuccinique et dioxydiaminosébacique, l'acide caséanique $C^{9}H^{16}Az^{2}O^{7}$ (oxydiaminotricarbonique), et l'acide caséinique $C^{12}H^{16}O^{5}Az^{2}$ (oxydiaminodicarbonique), ce dernier sous deux formes, l'une dextrogyre, l'autre racémique.

3° Sciences naturelles. — M. K. **Byloff** : Etudes sur les trypanosomes du rat.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

15e ANNÉE N° 13 15 JUILLET 1904

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Election à l'Académie des Sciences de Paris. — Dans sa séance du 27 juin, l'Académie des Sciences de Paris a procédé à l'élection d'un membre dans la Section d'Economie rurale, en remplacement du regretté Emile Duclaux. La Section avait présenté la liste suivante de candidats : en première ligne : M. L. Maquenne ; en seconde ligne, MM. G. André, G. Bertrand, Kunckel d'Herculais, L. Lindet et P. Viala.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant de 52 :

M. Maquenne a obtenu	46	suffrages.
M. Viala	4	—
M. Kunckel d'Herculais	1	—

Il y a eu un bulletin blanc.

En conséquence, M. Maquenne a été déclaré élu.

Les travaux du nouvel académicien sont bien connus. La plupart ont eu pour objet l'étude des phénomènes physico-chimiques qui s'accomplissent au cours de la végétation ; ils sont relatifs soit aux fonctions essentielles de la vie des plantes, soit à l'extraction et à la détermination des principes élaborés.

Citons, dans le premier ordre d'idées, les recherches sur l'évaporation de l'eau par les plantes, sur l'absorption de l'acide carbonique par les feuilles, sur les relations qui existent entre l'intensité de la fonction chlorophyllienne et la composition spectrale des radiations incidentes, sur la pression osmotique des graines et des végétaux, sur le rapport entre l'humidité des graines et la destruction de leur pouvoir germinatif.

Parmi les travaux de Chimie végétale, ceux qui ont été consacrés aux sucres sont de première importance : détermination de la constitution de l'inosite, du dambose, de la pinite, de la perséite, synthèse de l'érythrite gauche et racémique, etc. Des recherches sur la nature de la ricinine et sur les transformations de l'amidon sont venues s'y ajouter tout récemment.

Ces belles études, dont beaucoup sont de nature à éclairer le vaste problème de la synthèse naturelle des principes immédiats dans la cellule vivante, ne pouvaient manquer d'attirer l'attention de l'Académie ; la *Revue*, en les rappelant, est heureuse de féliciter son éminent collaborateur M. Maquenne de la flatteuse distinction qu'elles lui ont valu.

Hommage à un savant français. — Pour encourager la recherche des comètes, un généreux amateur d'astronomie, M. Donohve, a fait à la Société Astronomique du Pacifique un legs destiné à la fondation de médailles à décerner à ceux qui découvrent ces astres curieux.

MM. Campbell, Burckhalter et Pierson, membres du Comité, en ont accordé une à M. Borrelly, astronome à l'Observatoire de Marseille, pour la découverte d'une nouvelle comète dans la nuit du 21 au 22 juin 1903.

Notre habile compatriote compte à son actif une vingtaine de petites planètes situées entre Mars et Jupiter, ainsi que plusieurs comètes trouvées antérieurement.

§ 2. — Nécrologie

Émile Duclaux. — Émile Duclaux est mort le 3 mai dernier, à peine âgé de soixante-quatre ans, dans toute la possession de sa belle intelligence. Erudit extraordinaire, professeur remarquable, passionné à la fois pour les questions scientifiques et les grands problèmes sociaux, il avait donné plus que ses forces, comme un apôtre, pour la défense de la vérité, le triomphe de la justice et l'amélioration du sort de ses semblables. Sa mort est plus qu'une affliction pour sa famille, ses disciples et ses nombreux amis : c'est une perte pour la science et pour l'humanité.

Duclaux est né à Aurillac, le 26 juin 1840, dans une petite maison qu'on voit encore dans la rue Neuve, au coin de la rue Victor-Hugo.

Son père était huissier. On s'en souvient comme d'un excellent homme, dont la bonté adoucit plus d'une fois les rigueurs imposées par l'exercice de sa charge. En possession d'une modeste aisance, il fit suivre à son fils l'enseignement du collège d'Aurillac, puis l'envoya continuer ses études à Paris, à l'Institution Barbet.

Le jeune Duclaux prépara dans cette maison, très connue à l'époque, ses deux examens d'entrée à l'Ecole Polytechnique et à l'Ecole Normale. Reçu à l'un et à

l'autre, il opta pour l'établissement de la rue d'Ulm, dont il est aujourd'hui l'une des gloires. Pasteur l'y distingua bientôt et en fit son préparateur, jusqu'au moment où, en 1865, Duclaux fut envoyé comme professeur au Lycée de Tours.

Une année après, Duclaux alla à Clermont enseigner la Chimie à la Faculté des Sciences. Ses rapports avec Aubergier, qu'il suppléait, furent assez tendus. Il s'en plaignit plus d'une fois à Pasteur, qui, enfin, en 1873, obtint pour Duclaux la nomination de professeur de Physique à la Faculté des Sciences de Lyon.

Duclaux resta cinq années dans cette ville, puis revint à Paris enseigner la Physique et la Météorologie à l'Institut Agronomique. La même année, il fut nommé maître de conférences, puis, un peu plus tard, professeur de Chimie biologique à la Faculté des Sciences.

En 1887, quand l'Institut Pasteur fut construit, Duclaux y transporta son cours, en venant s'installer aux côtés du Maître. Et, lorsque celui-ci mourut, en 1895, ce fut Duclaux qui, d'un commun accord, fut désigné pour lui succéder. Sa direction fut heureuse, car Duclaux vit, pendant ce temps, se réaliser à l'Institut Pasteur de belles découvertes scientifiques et humanitaires, et il réussit à donner à cet établissement, unique au monde, un essor que Pasteur lui-même n'eût pas osé espérer.

Les recherches scientifiques de Duclaux ont été entreprises dans les directions les plus variées. Se montrant, au point de vue de la technique, à la fois chimiste, bactériologiste et surtout physicien, Duclaux s'est appliqué à résoudre une foule de questions appartenant aux domaines de la Physiologie, de l'Agriculture, de la Météorologie, de l'Hygiène, etc.

Sa thèse de doctorat, soutenue en 1862, avait pour objet l'absorption de l'ammoniaque et la production d'acides gras volatils pendant la fermentation. Elle a été le point de départ de tout un ensemble de recherches concernant la vinification, la fabrication de l'alcool et la distillation. C'est au cours de ces recherches que Duclaux a étudié la méthode du compte-gouttes pour la détermination de la tension superficielle des liquides. En l'appliquant à la recherche et au dosage des alcools supérieurs et des acides volatils, il a fait ressortir l'influence des cultures pures sur la qualité des produits de la fermentation. Plus tard, ses études sur la pression élastique des vapeurs émises par les mélanges liquides ont apporté un guide précieux aux méthodes de rectification industrielle des alcools.

Les recherches de Duclaux sur la digestion ont permis de discerner deux séries de phénomènes bien distincts dans la dissolution intestinale des aliments : les phénomènes qui résultent uniquement de l'activité glandulaire et ceux qui dépendent de l'existence des microbes. La reproduction artificielle des premiers, *in vitro*, aseptiquement, lui a fait reconnaître le rôle spécial de chacune des parties du tube digestif; l'étude des seconds l'a conduit à considérer la digestion microbienne comme un complément utile de la digestion diastasique.

Le concours utile des microbes n'a pas lieu seulement dans les phénomènes de la digestion. Duclaux a montré qu'il intervient aussi dans la transformation des déchets organiques qui retournent au sol et qui, sans cela, finiraient par devenir encombrants. Grâce aux microbes, ces déchets sont décomposés en gaz et en produits solubles, assimilables par les végétaux. Dans le cycle évolutif de la matière minérale à travers les êtres organisés, les microbes ont donc une place aussi importante que les animaux et les plantes. A un point de vue moins grandiose, mais très important pour l'industrie agricole, Duclaux a étudié encore le rôle des microbes dans la coagulation du lait, la fabrication et les maladies du fromage. A ces études se rattachent de nombreuses recherches sur la composition et l'analyse du lait et du beurre, la stabilité des émulsions, le barattage, etc.

L'état de la caséine et du phosphate de calcium dans le lait a conduit Duclaux à s'occuper des propriétés des corps colloïdaux, du mécanisme de précipitation de ces corps, puis des phénomènes capillaires et de la filtration. Les idées qu'il a émises sur la nature exclusivement physique de la coagulation du lait et du sang, des premières phases de la dissolution des matières albuminoïdes et de l'amidon, ont leur origine dans ces recherches. Ces idées, opposées à celles de beaucoup de chimistes et de physiologistes, sont très importantes à prendre en considération, car elles s'appliquent à de nombreuses diastases qui, si la théorie physique de Duclaux est confirmée par les découvertes futures, forment un groupe absolument à part.

Les recherches de Duclaux sur la caséase, la sucrase et les ferments solubles sont bien connues, et l'on se rappelle que la nomenclature encore en usage, pour désigner tous ces réactifs de la cellule vivante, a été proposée par lui. Beaucoup d'autres recherches, par exemple sur la maturation des graines de vers à soie, sur l'activité chimique et sur les propriétés bactéricides de la lumière, sur les levures qui font fermenter le lactose, etc., devraient encore être examinées pour présenter un tableau complet des découvertes scientifiques de Duclaux; mais il n'est pas même possible, dans un article nécrologique, de les signaler toutes au lecteur.

Si Duclaux fut, comme on vient de le voir, un chercheur original et heureux, il fut beaucoup plus encore un professeur de talent. C'est au point que la génération actuelle, à force d'admirer l'orateur et l'écrivain, a presque oublié l'homme de laboratoire.

Duclaux aimait à professer. Non seulement il avait pour cela de brillantes qualités naturelles, mais il joignait à la parole facile, à la promptitude à trouver le plan logique et l'expression juste, une érudition extraordinaire et un sens critique remarquable.

Tous ceux qui l'ont connu savent qu'on pouvait traiter avec lui de n'importe quel sujet; il en causait toujours avec aisance, il avait sur toutes choses des idées nettes et justes. On pouvait lui exposer des questions personnelles; il en comprenait la portée souvent mieux que les auteurs; et, si une expérience ou une démonstration présentait quelque défaut, presque toujours il le découvrait et le signalait très franchement.

Pourvu de ces rares qualités, Duclaux faisait des leçons où tout le monde trouvait à apprendre et dont beaucoup étaient de véritables chefs-d'œuvre. Il excellait particulièrement lorsqu'il exposait des questions délicates et controversées, et, bien des fois, je l'ai entendu ajouter, à la critique savante des théories en présence, des suggestions inédites et personnelles, bien faites pour susciter les recherches de ses auditeurs attentifs.

Duclaux ne craignait pas la polémique; quelquefois même, il la cherchait, comme un moyen utile de mettre la vérité en évidence. Il discutait alors avec ardeur, mais sans violence et sans arrière-pensée. C'était un noble adversaire, fort et loyal, et ceux qu'il a combattus reconnaîtront sans peine que, même aux heures les plus passionnées, il ne cherchait pas autre chose que la défense du vrai et du juste.

Duclaux a mis dans ses nombreux écrits la même érudition, le même talent, le même amour de la vérité que dans ses leçons. Qu'on lise ses petits ouvrages sur *Le Lait*, les *Principes de Laiterie*, sur les *Ferments et Maladies*, ou bien son *Traité de Microbiologie*, — œuvre remarquable, dont la nouvelle édition, complètement refondue, reste malheureusement inachevée, — ou bien encore son monument à la gloire du Maître, je veux dire *Pasteur, Histoire d'un esprit*, ou même son dernier livre sur l'*Hygiène sociale*, on retrouve toujours ces qualités extraordinaires qu'on avait tant admirées chez le professeur. Bien plus, on y voit apparaître, tantôt le vulgarisateur, qui réussit à rendre accessibles à tous les problèmes les plus délicats de la science, tantôt l'homme de génie, qui sait deviner les découvertes des chercheurs et prévoir longtemps à

l'avance la marche du progrès. En décrivant l'état de la science d'aujourd'hui, Duclaux a, plus d'une fois, décrit l'état de la science de demain; et ceux qui savent le lire, comme ceux qui savaient l'écouter, trouvent là encore des indications précieuses pour orienter leurs travaux.

Duclaux avait une grande influence dans le monde savant. Aussi put-il se permettre, en créant les *Annales de l'Institut Pasteur*, d'inaugurer ces *Revues critiques* qui eurent tant de succès et où, presque chaque mois, on trouvait une mise au point magistrale de quelque grande question actuelle de Chimie biologique, de Microbiologie ou d'Hygiène. Ces Revues ont fait mieux apprécier quelquefois certaines découvertes ou certaines théories que ne l'auraient pu faire de longues discussions.

C'était toujours très utile pour un chercheur d'avoir l'avis de Duclaux sur la façon de conduire une expérience ou d'interpréter un résultat; c'était non moins précieux d'avoir ses conseils et son soutien aux heures de crise professionnelle et aux moments difficiles de la vie. Duclaux n'était pas seulement un savant désintéressé, c'était aussi un grand cœur.

Et, comme si les devoirs de professeur à la Sorbonne, la publication, chaque année, d'un nouveau volume de son Traité de Microbiologie, la lourde charge de Directeur de l'Institut Pasteur et les Commissions dont il faisait partie ne suffisaient ni à sa puissance de travail, ni à sa volonté d'être utile, il se rendait encore, le soir, au milieu des jeunes gens et des ouvriers, heureux d'apporter dans ces intelligences neuves les premières lueurs de la science.

Ce généreux surmenage fut fatal au savant. Un soir, au moment de commencer une conférence, Duclaux fut atteint par une hémorragie cérébrale, privé de la parole et à demi paralysé. Des soins affectueux, un séjour prolongé au pays natal, et, peu à peu, il revint à la santé. On put le croire guéri. Il reprit un instant son cours, se remit au travail et venait de terminer la publication de ses Etudes d'Hydrologie souterraine lorsqu'il fut définitivement frappé.

Avec la reconnaissance d'un grand nombre et l'admiration de tous, les honneurs étaient venus à Duclaux par surcroît. Membre de l'Académie des Sciences dans la Section d'Economie rurale, membre de l'Académie de Médecine et de la Société nationale d'Agriculture, il était, en outre, commandeur de la Légion d'honneur. Mais, simple dans la mort, comme il avait été simple dans la vie, Duclaux s'en est allé insouciant de tous ces titres. Il laisse comme héritage : un grand nom et un bel exemple.

Gabriel Bertrand,
Chef du Service de Chimie biologique à l'Institut Pasteur.

§ 3. — Génie civil

La stabilité longitudinale des ballons automobiles. — Dès les premiers essais de direction des ballons, on eut à se préoccuper d'assurer l'horizontalité permanente de l'axe du fuseau à toutes les allures du moteur, à la fois par la permanence de la forme de l'enveloppe, et par l'application automatique d'un couple stabilisateur s'opposant aux actions susceptibles de produire un mouvement de tangage ou même un redressement de la carène. Faute d'avoir su prendre ces précautions, Giffard faillit terminer sa première ascension par une catastrophe. Le ballon des frères Tissandier avait déja une stabilité sensiblement meilleure; mais c'est seulement dans les mémorables ascensions en boucles fermées du ballon *La France*, exécutées en 1884 par les capitaines Renard et Krebs, et renouvelées l'année suivante dans des conditions plus parfaites par les frères Renard, que toutes les conditions de stabilité aux allures déjà vives du ballon se trouvèrent parfaitement réalisées.

Ces ascensions, on l'a trop oublié aujourd'hui, avaient si bien marqué toutes les conditions imposées aux ballons automobiles que les essais tentés depuis lors avec une réussite plus ou moins complète, n'ont pu ajouter qu'un seul élément de succès à ceux qui avaient été réunis par les éminents ingénieurs de Chalais: l'allégement à outrance du moteur, dû en majeure partie aux progrès de l'automobilisme. Mais alors, le léger accroissement de vitesse obtenu dans ces conditions nouvelles a rendu la stabilisation plus difficile, et c'est là qu'il faut chercher avant tout les raisons des insuccès partiels de quelques-unes des expériences de ces dernières années. Le grand ballon Lebaudy, connu pendant quelque temps sous le nom de *Le Jaune*, tanguait peu, il est vrai, grâce à une étude très minutieuse de sa stabilité; mais les divers ballons de M. Santos-Dumont exécutaient des oscillations de grande amplitude, qui furent la cause principale des chutes, heureusement sans suites graves, qui ont marqué la plupart de ses ascensions.

Tous ceux qui ont étudié de près ou de loin la direction des ballons avaient le sentiment plus ou moins conscient du fait que la principale difficulté à vaincre, lorsqu'on aurait assuré la puissance motrice susceptible de donner des vitesses rendant les ballons automobiles réellement dirigeables par brises fraîches, serait dans le défaut de stabilité, et que, plus la vitesse augmenterait, plus l'horizontabilité de la carène serait difficile à réaliser.

Le colonel Renard, auquel la question de la direction des ballons doit sans contredit ses plus grands progrès, vient, dans une Note très importante présentée à l'Académie des Sciences, de donner à ce vague sentiment une forme précise, et de révéler en même temps un fait que personne ne semblait avoir soupçonné jusqu'ici : c'est que, pour toute espèce de ballon, il existe une vitesse critique au-dessus de laquelle l'instabilité est complète, l'aéronat tendant toujours à se placer de telle sorte que son axe longitudinal soit perpendiculaire à la direction de son mouvement.

Cette conclusion, qui rend dès maintenant inutile l'augmentation de la puissance des propulseurs sans une transformation correspondante de tout l'aménagement du ballon, a été déduite, par le colonel Renard, d'une longue série d'expériences faites à l'aide d'un petit ballon artificiel, autrement dit d'un fuseau de bois reproduisant la forme du ballon-cigare, et dont on étudiait la stabilité dans un courant d'air dirigé dans un tunnel au centre duquel était placé le fuseau. Un fléau de balance, placé à l'extérieur du tunnel et relié d'une façon rigide au fuseau, permettait d'appliquer un couple stabilisateur au ballon en miniature, de manière à réaliser des conditions aussi semblables que possible à celles de la pratique.

Les expériences ont pu être condensées dans quelques formules simples, desquelles il résulte, en particulier, que le couple perturbateur est proportionnel au cube des dimensions du ballon et au carré de sa vitesse, tandis que le couple stabilisateur est indépendant de la vitesse et proportionnel à la quatrième puissance des dimensions du ballon. Pour une vitesse nulle, le couple stabilisateur existe seul, et le ballon reste horizontal; mais, à mesure que la vitesse augmente, le couple perturbateur prend une importance croissante, jusqu'à égaler le couple stabilisateur. A ce moment, le ballon est complètement désemparé, et tend à se tourner en travers de sa route. Cette vitesse critique, sensiblement au-dessous de laquelle le ballon est déjà ingouvernable, est proportionnelle à la racine carrée des dimensions de l'aéronat, la forme et l'aménagement étant supposés les mêmes.

La vitesse critique du ballon *La France* était, d'après le colonel Renard, de 10,00 mètres par seconde; celle du *Santos-Dumont n° 6*, de 8,50, et celle du *Lebaudy*, de 10,8 mètres par seconde. Il résulte de ces chiffres que, si *La France* avait encore une marge assez large de stabilité, le *Santos-Dumont* était déjà très près de sa limite, ce qui ne surprendra aucun de ceux qui l'ont vu évoluer.

La Note du colonel Renard serait en quelque mesure décourageante, s'il n'apportait lui-même un correctif à ses conclusions, puisque, pour augmenter la vitesse critique jusqu'à la valeur nécessaire d'une quinzaine de mètres par seconde, on n'aurait d'autre ressource que de construire des ballons énormes. Mais les formules qu'il établit ne s'appliquent qu'aux ballons automobiles tels qu'ils ont été construits jusqu'ici; or, on peut les fonder sur des principes nouveaux, et c'est dans cette voie que l'éminent aérostier nous promet une prochaine solution; tous ceux qui ont suivi avec passion les essais de navigation aérienne tentés dans ces dernières années, l'attendront avec une vive impatience.

§ 4. — Météorologie

Le tracé des courbes en Climatologie. — A maintes reprises, ici même, nous avons insisté sur le danger des *moyennes* en Météorologie, et leur représentation par des courbes : c'est là, évidemment, un procédé commode, souvent précieux ; mais il ne faut jamais oublier d'être sceptique devant une courbe continue et, à côté de sa vraie signification, savoir se rappeler que l'on a pu perdre dans la moyenne une discontinuité, une singularité essentielle à l'explication des phénomènes. Or, précisément, le Professeur W. von Bezold[1] vient de montrer que le tracé ordinaire des isothermes, isobares, etc... sur des cartes, en fonction de la latitude géographique des points considérés, est absolument défectueux, car les espaces compris sous un angle égal de latitude varient de surface suivant qu'il s'agit de hautes ou de basses latitudes : ainsi, la zone comprise entre l'équateur et le 10e parallèle n'occupe pas plus de place que la région entre les 80e et 90e parallèles, avec le système de tracé actuellement en usage, bien que la superficie de la première vaille onze fois celle de la seconde, donnant ainsi une image absolument fausse de la distribution des éléments représentés.

M. W. von Bezold, pour remédier à cet inconvénient, propose d'introduire comme argument, ou abscisse, le sinus de la latitude géographique; en opérant ainsi, les mêmes différences d'argument, ou mêmes longueurs sur l'axe coordonné, correspondront à des zones de même grandeur, et les différentes valeurs à représenter apparaîtront avec leur importance réelle.

Ce serait là une bonne transformation à effectuer; mais on tardera sans doute, à cause... de la routine.

§ 5. — Physique

La couleur des lacs. — On sait qu'il a été donné deux explications de la couleur des grandes masses d'eau. D'après Tyndall, Soret, Hagenbach et quelques autres, la couleur serait due à la diffraction et à la diffusion de la lumière par des particules extrêmement petites en suspension dans l'eau; d'après Bunsen, Wittstein, la couleur serait liée à la composition seule ; enfin, W. Spring a montré que l'eau *optiquement vide*[2] a une couleur propre bleue, mais il attribue les colorations diverses des eaux naturelles à la diffraction par des substances étrangères. La question paraît définitivement tranchée, en faveur du deuxième point de vue, par une remarquable série de recherches due au baron d'Aufsess, recherches faites sur une quinzaine de lacs bavarois, et complétées par des expériences de laboratoire[3].

La couleur ne peut être scientifiquement définie que par la connaissance de l'absorption exercée par l'eau; les échelles colorimétriques qui ont été proposées pour une classification rapide : mélanges de chromate de potassium et de sulfate de cuivre ammoniacal (Forel), mélanges de chromate, de dichromate de potassium et de bleu de méthylène (Ule), ne peuvent rien donner d'exact, car on peut produire la même coloration résultante par des combinations différentes; un examen direct a montré, en outre, que le spectre d'absorption de ces mélanges est entièrement différent de celui des eaux naturelles; ils laissent tous passer trop de rouge.

Sur les lacs, M. von Aufsess a mesuré la transparence en évaluant la profondeur maxima à laquelle on peut encore apercevoir un disque métallique horizontal de 1 mètre de diamètre, peint en blanc, soutenu en son centre par une corde et que l'on immerge lentement et progressivement; il a aussi mesuré l'absorption en comparant au spectrophotomètre, dans toute l'étendue du spectre visible, la lumière émise par l'eau à la lumière du ciel; il a encore déterminé la température à différentes profondeurs, et l'état de polarisation de la lumière.

Au laboratoire, il a étudié l'absorption de l'eau optiquement vide, et de cette eau mélangée à des substances étrangères, chaux et matières humiques, ou troublée artificiellement par addition d'une petite quantité d'une solution alcoolique de mastic.

L'eau deux fois distillée sur du permanganate de potassium et de la potasse s'est montrée identique, au point de vue de l'absorption, à l'eau optiquement vide; l'influence des particules ultramicroscopiques sur sa couleur est donc inappréciable. L'eau tenant en solution de la chaux a, en gros, le même spectre d'absorption que les eaux naturelles bleues ou vertes, qui absorbent très peu le bleu; l'eau qui a filtré sur du terreau a un spectre d'absorption semblable à celui des eaux jaunâtres ou brunes, qui absorbent fortement le bleu. L'eau troublée par du mastic absorbe beaucoup plus le bleu que le rouge, et laisse passer, en particulier, beaucoup plus de rouge que les eaux naturelles qui absorbent le bleu. La couleur de l'eau du *Kochelsee*, lac trouble, n'avait pas subi de modifications après un repos d'un mois au contact du chlorure de zinc. Enfin, la polarisation de la lumière émise par les eaux troubles est souvent toute différente de celle que prévoit la théorie de Rayleigh.

La couleur de l'eau ne peut donc être attribuée en aucune façon au trouble du milieu; elle est uniquement déterminée par la nature des substances chimiques qu'elle tient en dissolution; l'analyse chimique confirme ce résultat, montrant toujours dans les eaux naturelles jaunes ou brunes une proportion de matières organiques beaucoup plus grande que dans les eaux bleues ou vertes :

	CHAUX	MATIÈRE ORGANIQUE
Walchensee (Bavière), vert.	50,5	14,55 (mg. par litre).
Kochelsee (Bavière), vert jaunâtre	80,4	22,78
Würmsee, jaunâtre.	49,8	23,86
Lac de Genève	58,95	13,80

L'auteur a constaté, dans ses expériences sur les lacs, que la transparence est sensiblement indépendante des conditions d'éclairage, de sorte que les précautions recommandées d'ordinaire, choix de la saison, d'une incidence déterminée pour les rayons solaires, sont parfaitement inutiles. L'eau commence à se troubler au printemps; sa transparence est minima au moment de l'activité la plus grande de la végétation; elle augmente graduellement à partir de l'automne, et prend sa plus grande valeur à la fin de l'hiver.

La température paraît n'avoir aucune influence sur la transparence. On sait que la température décroît assez lentement d'abord à partir de la surface, puis, à une profondeur variable, subit une diminution extrêmement rapide dans un espace de quelques mètres (*Sprungschicht*), pour tendre ensuite lentement vers 4° ou une valeur peu supérieure.

---

[1] *Bulletin de l'Académie des Sciences de Berlin*, 1904.

[2] Pour débarrasser l'eau des particules ultramicroscopiques auxquelles Soret attribue sa coloration bleue, on peut l'additionner d'une petite quantité d'un électrolyte incolore, tel que le chlorure de zinc, ou encore la filtrer sur du noir animal.

[3] Otto Freiherr von und zu Aufsess : *Ann. der Physik*, t. XIII, p. 679, 1904.

Dans les lacs troubles étudiés par M. von Aufsess, cette couche à grande variation commence au delà de la profondeur de visibilité; mais, dans les lacs limpides, elle est tout entière comprise dans la région de visibilité, et cependant aucune modification brusque dans l'apparence du disque n'indique qu'il la traverse, au moins en été, quand l'eau est tranquille et quand les couches à température différente reposent les unes au-dessus des autres sans se mélanger. Il n'en est plus de même pendant le refroidissement du lac; les courants de convection dus à la chute de l'eau refroidie diminuent alors la transparence, surtout si le lac est limpide, et, dans ces conditions, l'on a pu observer une fois (le 29 septembre 1902) une diminution subite d'éclat du disque, à la hauteur de la couche à variation rapide.

C'est bien plutôt la couleur et la transparence qui agissent sur la distribution de la température, à cause de l'absorption sélective de l'eau, qui s'exerce surtout sur les rayons rouges. La faune et la flore doivent subir une influence correspondante.

Les conclusions tirées de l'étude expérimentale sont remarquablement étayées par l'examen de la situation des lacs. Les lacs d'un vert profond proviennent surtout de fonds de calcaire pur; on a, d'ailleurs, depuis longtemps constaté qu'une eau noire se décolore très vite en passant sur un sol riche en calcaire. Les lacs d'un vert jaunâtre, comme le *Kochelsee*, le *Würmsee*, contiennent souvent des particules visibles à l'œil nu; ils sont encore dans la région calcaire, mais en grande partie à la limite d'une région marécageuse, ou ont des affluents qui proviennent de cette dernière.

La couleur de chaque lac est donc une couleur propre, qui tire son origine de la couleur de l'eau pure, modifiée par les substances chimiques qu'il contient, et dont la nature dépend des conditions géologiques des environs immédiats ou même plus lointains. La végétation prochaine doit aussi exercer une influence.

M. von Aufsess propose une nouvelle classification des lacs, d'après leur couleur.

I. Le bleu n'est pas absorbé :
Couleur bleue, type *Achensee*.
II. Le bleu est faiblement absorbé :
Couleur verte, type *Walchensee*.
III. Le bleu est fortement absorbé :
Couleur vert jaunâtre, type *Kochelsee*.
IV. Le bleu est complètement absorbé :
Couleur jaune ou brune, type *Staffelsee*.

On peut faire la distinction avec la plus grande facilité et une sûreté absolue en regardant l'eau bien éclairée avec un spectroscope de poche ordinaire; la seule précaution à prendre est d'observer toujours avec la même largeur de fente, ce que l'on réalisera facilement en marquant un repère sur la bonnette de réglage.

Il y aurait, sans doute, un grand intérêt à compléter par des observations de ce genre les études entreprises depuis quelque temps à un tout autre point de vue sur un grand nombre de lacs, en particulier ceux de la région du Mont-Dore.

Sur un nouveau phénomène de radiation. — M. J. J. Taudin Chabot[1] vient de rechercher si le sélénium, sous sa modification conductrice, sensible à la lumière, peut donner lieu à des phénomènes de radiation. A cet effet, il s'est servi d'une pile à sélénium du type Shelford Bidwell, dont la masse active était uniformément distribuée sur la surface d'un fil de platine. Après avoir séjourné dans l'obscurité pendant plusieurs semaines, la surface sélénium-platine a été, sous un éclairage rouge, recouverte d'une feuille de gélatino-bromure d'argent additionné d'un sensibilisateur absorbant les rayons jaunes et verts; on a interposé, entre le sélénium et la gélatine, un ruban d'aluminium recourbé à l'angle droit. Après avoir conservé le tout dans l'obscurité pendant quarante-huit heures consécutives, l'auteur a répété cette même expérience en se servant d'une feuille nouvelle de gélatino-bromure d'argent pendant que le sélénium était traversé par un courant d'environ 110 microampères. Or, la feuille de gélatine, ayant été développée, a donné les résultats suivants :

Dans le premier cas, on a observé sur un fond sombre des endroits clairs correspondant apparemment au contour de l'angle d'aluminium alors que, dans le second cas, une silhouette sombre de l'angle tout entier sans détails s'est montrée sur un fond clair, en même temps qu'on a observé des raies transversales étroites et plus claires que le fond. Ces raies ont été produites de la manière la plus efficace dans le cas de plusieurs insolations répétées, ce dont il résulterait qu'elles sont dues soit au fil parallèle de platine, soit au sélénium intermédiaire entre chaque deux fils, soit enfin au point de contact entre le platine et le sélénium, où, en raison de l'effet Peltier, il fallait s'attendre à une production de chaleur positive ou négative pendant le passage du courant.

En continuant ses expériences, M. Chabot a établi le fait que l'envers de la plaque supportant le fil de platine-sélénium est également capable d'affecter le gélatino-bromure d'argent en produisant des silhouettes sombres sur un fond clair. Quant à la question de savoir si ces phénomènes démontrent l'existence d'une nouvelle radiation, d'une émanation émise par la surface des conducteurs, l'auteur attend des expériences ultérieures, qu'il pense publier prochainement, avant de tirer des conclusions définies.

Expériences sur l'émanation du bromure de radium. — Dans des expériences faites pour montrer la dispersion de l'émanation du bromure de radium, M. Th. Indricson[1] s'est servi d'un long tube dont la surface intérieure était recouverte d'une couche de blende de Sidot (sulfure de zinc). Après l'avoir mis en communication avec une éprouvette contenant une solution de bromure de radium (10 mm. par 10 cc.), on voit une luminescence apparaître et se propager le long du tube. En répétant les expériences de Ramsay, l'auteur constate que la raie jaune de l'hélium ne correspond pas exactement aux deux raies jaunes du spectre de l'émanation; en effet, elle se place entre ces dernières.

Après avoir plongé dans l'air liquide le serpentin communiquant avec le tube d'essai, l'auteur remarque dans le spectre de l'émanation un renforcement des raies correspondant aux raies de l'hélium, et entre les deux raies jaunes précitées, apparaît une troisième, correspondant exactement à la raie jaune de l'hélium. Les raies de l'hélium n'existent pas dans le spectre de l'émanation d'un tube récemment préparé et n'y apparaissent que dans la suite. En examinant les gaz libérés pendant la dissolution du bromure de radium, l'auteur constate que les raies de l'hélium n'existent pas aussi longtemps que le tube reste phosphorescent dans l'obscurité. Lorsque, après quatre jours, cette phosphorescence a disparu, les raies de l'hélium se présentent dans le spectre.

§ 6. — Electricité industrielle

Un appareil pour transmettre l'écriture et les tableaux par voie télégraphique. — Le professeur Cerebotani, de Munich, vient de faire une conférence à l'*Urania*, de Berlin, sur un intéressant appareil télégraphique de son invention. Après avoir apporté à celui-ci des perfectionnements incessants, M. Cerebotani vient de le mettre à l'essai avec un succès parfait sur les lignes télégraphiques reliant Munich et Augsburg, Milan et Rome, Milan et Turin, et enfin Munich et Berlin. L'inventeur a même l'intention d'ap-

[1] *Phys. Zeitschr.*, t. V, n° 5, p. 102, 104. 1904.

[1] *Journ. de la Soc. phys.-chim. russe*, t. XXXVI, n° 1 *b*, p. 7-13.

pliquer son système à la *transmission sans fil* des tableaux, etc., ce qui serait tout spécialement facile en raison des intensités de courant excessivement faibles (environ 2 milli-ampères) suffisant à actionner l'appareil de réception. La disposition électromagnétique comprend quatre bobines, de deux enroulements chacune, et qui s'entrecroisent sur une petite planche. Selon que les courants lancés dans ces bobines sont plus ou moins intenses et d'un sens soit identique, soit opposé, on peut engendrer une quantité énorme de courants variables et des deux sens, produisant des effets électromagnétiques correspondants. La variété et le nombre à peu près illimité de ces impulsions de courant est le point le plus important qu'il convient de mentionner, l'appareil récepteur présentant une disposition tout analogue. Dans le cas où cet appareil est employé comme télégraphe imprimeur, les caractères métalliques, disposés au sein d'une substance isolante, jouent évidemment dans la transmission le rôle le plus important. Dans ce cas, cet appareil ne semble cependant pas présenter d'avantages spéciaux, en comparaison de l'appareil Hughes, abstraction faite de la possibilité d'être actionné sans fil. L'appareil Cerebotani semble, d'un autre côté, appelé à prendre une importance bien plus considérable comme télégraphe fac-similé ; le dispositif de transmission comprend une plume entraînée sur le papier au moyen d'un système de coordonnées auquel correspond, dans l'appareil de réception, un dispositif tout analogue, susceptible d'être agrandi ou rapetissé. Le système de coordonnées est constitué par deux barres s'entrecroisant à angle droit et qui sont munies chacune d'une coulisse où glisse l'autre. C'est au moyen de ce dispositif guidant que la plume peut évidemment être amenée à un point quelconque du papier, donnant en chaque point naissance à l'impulsion de courant correspondante, laquelle oblige la plume disposée dans l'appareil de réception à enregistrer ce point à l'endroit correspondant du récepteur. Il est vrai qu'une certaine pratique est nécessaire pour manier cet appareil. Une vitesse de cent lettres par minute est, paraît-il, réalisée sans difficulté; l'appareil peut être employé partout où l'on se sert d'un télégraphe Morse, et même être relié à un téléphone pour être employé concurremment avec ce dernier. Les distances franchissables semblent être pratiquement illimitées; dans le cas où l'on se heurterait à des difficultés, on n'aurait qu'à recourir à l'emploi de relais.

§ 7. — Botanique

L'Oïdium et les perithèces d'Uncinula spiralis. — L'oïdium n'est guère connu que sous la forme de plaques apparentes dues à la production d'un grand nombre de conidies. MM. Guillon et Gouirand, dans un intéressant article de la *Revue de Viticulture*[1], font remarquer que les ravages causés par le mycelium du champignon sont souvent très grands avant l'apparition de l'appareil conidien; mais ils attirent surtout l'attention sur la relation très étroite qui existe entre la présence des périthèces d'*Uncinula spiralis* et le développement rapide de l'oïdium. D'expériences probantes il semble nettement résulter que ces périthèces hâtent l'apparition de la maladie. Le mycelium se développe sous forme de toiles d'arraignée décolorant la feuille; puis, peu à peu, naissent de larges plaques brunâtres, et, au moment de la fructification, l'appareil sporifère forme une large trame sur le sarment ainsi que sur le pétiole et le limbe des feuilles, le développement venant des points où avait été constatée l'existence des périthèces à l'automne précédent. Il va sans dire que, si cette manière de voir se confirme, ce qu'il y a tout lieu de supposer, il faudra modifier dans ce sens la méthode employée actuellement pour lutter contre le redoutable fléau.

[1] *Revue de Viticulture*, 19 mai 1904.

§ 8. — Zoologie

L'ovulase et le développement des œufs vierges. — Au mois d'août 1897, pendant mon séjour au Laboratoire de Roscoff, j'ai obtenu la segmentation d'ovules vierges en les mettant en présence d'un liquide contenant de l'extrait de spermatozoïdes. Ce liquide actif rentre dans la catégorie des diastases ou ferments solubles, et je l'ai appelé *ovulase*.

Les expériences de Loeb, Lewis, Morgan, Giard, Bataillon, Winckler, Delage, etc., sur le développement d'ovules vierges, donnent de l'actualité aux miennes, qui présenteront peut-être quelque intérêt pour les lecteurs de cette *Revue*.

En voici le résumé[1] :

Préparation de l'ovulase. — L'ovulase a été obtenue en agitant les spermatozoïdes d'Echinodermes frais et en bonne santé (*Strongylocentrotus lividus*, *Echinus esculentus*), pendant un quart d'heure, dans un flacon de verre :

1° Dans l'eau de mer (A);

2° Dans l'eau distillée (B).

Le liquide a été filtré ; le filtre en papier a laissé passer des spermatozoïdes, mais ceux-ci étaient sans queue, immobiles, c'est-à-dire morts, autant qu'on a pu le constater au microscope.

Expériences. — Ce liquide a été employé soit immédiatement, soit quatre et même dix heures après sa préparation, à la température de 19° C.

I. L'ovulase a été mise en contact, sur des lamelles creuses de verre, avec des ovules frais, bien lavés à l'eau de mer et pris dans les ovaires en pleine maturité; la segmentation s'est toujours produite, et elle a été observée jusqu'au stade morula, même avec l'ovulase vieille de dix heures.

Au microscope on a constaté les faits suivants :

1° Aucune pénétration de spermatozoïdes;

2° La disparition de la vésicule germinative, quand celle-ci existait encore;

3° La segmentation lente et nette jusqu'au stade morula;

4° L'ovulase B a agi plus lentement que l'ovulase A, et a donné quelques segmentations seulement.

II. Les ovules placés et observés dans les mêmes conditions :

1° Dans l'eau de mer pure, n'ont rien donné;

2° Dans l'eau distillée, sont devenus clairs, puis ont éclaté.

III. Pour s'assurer de la maturité des éléments sexuels, non seulement on les observait au microscope, mais on déterminait des fécondations normales, en faisant agir des éléments normaux, pendant que, dans une deuxième série d'expériences, on procédait à l'immersion des ovules de même âge dans l'ovulase.

Dans ces expériences de contrôle, la plupart des ovules ont été fécondés, ce qui établissait leur maturité.

Conclusions. — L'ovulase, retirée des spermatozoïdes par simple agitation dans l'eau, est un ferment soluble qui a la propriété de déterminer la segmentation des ovules. Cette conclusion sera féconde en conséquences biologiques et philosophiques.

Les résultats précédents, sans renverser complètement la notion courante de fécondation, font avancer la question et la montrent sous un jour nouveau.

En dehors des théories que l'on peut édifier là-dessus, on entrevoit déjà des conséquences importantes qui se dégagent des faits signalés :

1° L'ovulase est un liquide organique dont la composition peut être déterminée par l'analyse;

2° On pourra donc le remplacer par un liquide analogue, de même composition, obtenu de toutes pièces, par synthèse;

3° Ce deuxième liquide pourra être remplacé par un

[1] Ces recherches ont été publiées dans les *Archives de Zoologie expérimentale*.

autre de même fonction, de même énergie, c'est-à-dire déterminant les mêmes phénomènes évolutifs sur l'ovule. C'est ainsi que Loeb a obtenu les segmentations en plaçant des ovules dans des solutions de $MgCl^2$, NaCl, KCl, KCAz; Delage a obtenu le développement de ces ovules jusqu'au stade avancé d'auricularia, avec de l'eau de Seltz fabriquée avec de l'eau de mer. Du reste, ne sait-on pas, depuis longtemps, que l'amidon, la dextrine, le glycogène, le sucre de canne, sous l'influence des acides, donnent du glucose de la même manière qu'avec les diastases?

4° Le rôle des éléments figurés (centrosomes, chromosomes, etc.), diminue;

5° L'action chimique s'affirme et la fécondation devient un cas particulier de ce phénomène général, dont le mécanisme intime est encore peu connu, l'action des ferments solubles;

6° Mais le phénomène chimique n'est ni absolu, ni exclusif; peut-être le même effet sera-t-il obtenu par un phénomène physique, mécanique, etc. (action de la lumière, de l'électricité, de la chaleur, du choc, du mouvement vibratoire). Delage a obtenu le développement par immersion brusque des ovules dans l'eau de mer entre 30 et 35° C. N'y a-t-il pas équivalence entre le travail et les réactions chimiques?

7° L'élément mâle semble diminuer d'importance, pendant que l'élément femelle en gagne;

8° Dans tous les cas, un élément vivant, l'ovule, est *toujours nécessaire* à la formation de l'embryon; l'action physiologique, ou plutôt vitale, tout en étant simplifiée, existe toujours : l'ovule vivant est indispensable, et *la vie provient de la vie.*

Nous n'en sommes pas encore à la génération spontanée.

J.-B. Piéri,
Docteur ès sciences,
Professeur au Lycée de Rochefort.

La Station aquicole de Boulogne. — Le Ministre de la Marine vient d'accorder une subvention de 16.000 francs à la Chambre de Commerce de Boulogne-sur-Mer. Cette subvention est destinée à l'acquisition et à l'amortissement par annuités d'un vapeur mixte, qui sera armé, entretenu et employé par la Station aquicole de Boulogne, que dirige M. le Dr Canu. Ce bateau sera utilisé comme école de pêche et de navigation pour les patrons pêcheurs, marins et mousses et pour les élèves-mécaniciens de la marine de Boulogne.

§ 9. — Sciences médicales

L'immunité acquise contre les poisons est-elle transmissible des générateurs à leur descendance? — Ce problème vient d'inspirer des recherches nouvelles à M. A. Lustig[1]. Il a opéré sur des poules et voici le procédé qu'il a employé : Les poules succombent lorsqu'on leur injecte, dans la cavité péritonéale, 4 milligrammes d'abrine pour 1 kilog de leur poids. L'abrine est dissoute dans une solution saline (0,75 °/₀), dans la proportion de 1/10.000. Cette solution doit être utilisée sans retard, car, au bout de quelques jours, elle a perdu beaucoup de son action. On procède à l'immunisation en injectant, sous la peau ou dans le péritoine, 0 gr. 000.006.6 de substance active, à intervalles plus ou moins rapprochés, et l'on augmente les doses jusqu'à 6 milligrammes par kilogramme d'animal. Au bout de soixante-dix jours environ, les poules sont immunisées.

Or l'immunité acquise par les générateurs ne se transmet nullement aux produits. Ceux-ci sont chétifs ou cachectiques, et résistent moins que les animaux sains à l'action du poison. Les œufs n'éclosent qu'en nombre restreint, contiennent des embryons déformés, et ceux qui arrivent à maturité présentent des phénomènes tératologiques. A. Lustig se rattache donc à l'idée de Weissmann, qui n'admet pas la transmission de l'immunité acquise; O. Hertwig, au contraire, affirme la possibilité de cette transmission et rappelle le fait que l'immunité vis-à-vis de quelques maladies infectieuses et toxiques peut passer des générateurs à leur descendance; de même, Ehrlich a établi la transmission de cette immunité chez la souris; mais les résultats obtenus par cet auteur s'expliqueraient, d'après Lustig, par le passage des substances immunisantes de la mère au fœtus, à travers le placenta. Dans les expériences nouvelles, les résultats sont plus démonstratifs, puisque ce trait d'union entre la mère et le fœtus n'existe pas.

[1] A. Lustig : *La Clinica moderna*, 17 février 1904.

La déchloruration chez les Arabes. — Il est curieux de constater que la méthode de déchloruration proposée par le Professeur Richet et le Dr Toulouse[1], il y a cinq ans, et étudiée récemment par les Drs Widal, Achard, Merklen, Vaquez, était déjà appliquée empiriquement chez les Arabes. Le Dr Legrain avait signalé[2] que, chez les Kabyles et les Israélites de la région de Bougie, on traite depuis longtemps les maladies chroniques et surtout les enflures par une cure de quarante jours à la tisane de salsepareille, avec diète de sel; voici maintenant que le Dr Romary raconte[3] qu'il a observé un procédé identique chez les indigènes du Djebel-Amour (Sud-Oranais). Parmi les Arabes, le traitement ioduré de la syphilis est en grand honneur. Or, ceux qui prennent de l'iodure s'abstiennent avec soin de tout aliment salé pendant quarante jours, même si le médicament n'est pas administré pendant toute cette période; ils s'abstiennent en même temps d'épices, de lait fermenté et de viande de chèvre : un tel régime est qualifié de régime fade (*messous*). L'auteur a pu constater, dans plusieurs cas, l'efficacité de cette méthode.

§ 10. — Géographie et Colonisation

Le canal des Deux Mers. — On a distribué récemment à la Chambre des Députés le nouveau rapport de M. Honoré Leygue, qui conclut à une enquête immédiate du projet de canal dit *Canal des Deux Mers*[4]. L'idée en est ancienne; il suffit, en effet, de jeter les yeux sur une carte du sud de l'Europe pour être frappé des avantages stratégiques et commerciaux qui en résulteraient, et la comparaison vient à l'esprit du projet en question avec le canal actuel de Kiel, qui permet aux navires allemands de passer de la Baltique dans la mer du Nord, ou vice versa, sans avoir à franchir les détroits danois. Seulement, tandis que le Danemark sera sans doute neutralisé un jour prochain, nous ne saurions compter sur la même éventualité vis-à-vis de Gibraltar. De plus, l'abréviation des distances — donnant lieu à une économie de temps et de numéraire — est bien plus considérable dans le projet français, puisqu'en prenant pour points de comparaison Malte et Ouessant, le trajet serait raccourci de 1.750 kilomètres. Ce chiffre est éloquent pour donner une idée de l'importance du gain qui en résultera pour les navires par rapport à la dépense en combustible, à la régularité et à la sécurité de la traversée, — en évitant, par exemple, les mauvais temps du détroit de Gibraltar, — à la diminution du prix de l'assurance, etc. Cette voie sera avantageusement suivie non seulement par tous les navires à destination de Suez, mais encore par ceux qui desservent la Méditerranée centrale et orientale, la mer Noire et, vice versa, par les navires des pays méditerranéens se dirigeant vers le nord de l'Europe, les Etats-Unis ou le Canada. On peut ainsi compter que plus de la moitié des 50 millions de tonnes de marchandises qui transitent actuellement à travers le détroit de Gibraltar auraient le plus grand intérêt à prendre la voie du

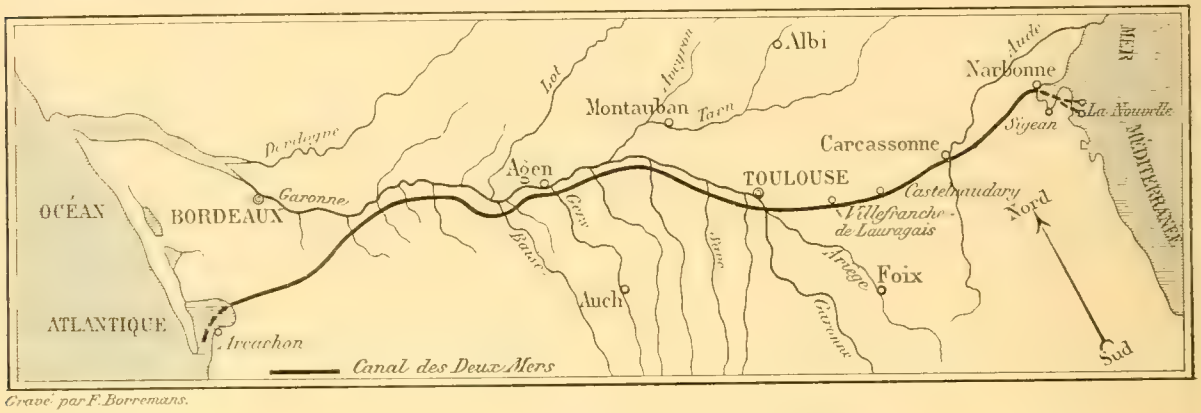
[1] *C. R. Académie des Sciences*, 1899, p. 850.
[2] *Caducée*, 1903, p. 208.
[3] *Caducée*, 1904, p. 80.
[4] Octave Justice : Le Canal des Deux Mers, in *La Science au* xxe *siècle*, 15 avril 1904.

futur canal. Des avantages considérables en résulteraient pour notre pays, par l'augmentation du trafic des réseaux ferrés desservant le Sud-Ouest, par la création d'industries riveraines bénéficiant de l'apport des matières premières et de la facilité des exportations, facilité dont profiteront, d'ailleurs, tous les produits de la région, enfin par le développement qui en résultera pour notre marine marchande et nos ports intéressés.

Le projet actuel aurait 453 kilomètres de mer à mer, entre la Nouvelle et Arcachon. Ces deux points ont été choisis comme donnant au canal la longueur minima, comme permettant aux plus grands navires d'entrer et de sortir, de jour et de nuit, par tous les temps et par toutes les mers, et comme offrant au point de vue stratégique le plus de garantie. Le canal serait à double voie et à écluses, afin de racheter la différence de 206 mètres entre la cote d'altitude de Naurouze et le niveau des mers; 13 biefs suffiront, le passage d'un échelon à l'autre se faisant au moyen d'ascenseurs de navires. La largeur au plan d'eau serait de 70 mètres, la largeur au plafond de 40 mètres, la profondeur de 9m,50, portée à 10 mètres dans les écluses, la section mouillée dépassant 600 mètres. Ces dimensions sont justifiées par l'expérience acquise dans les canaux de Suez et de Kiel. Mais alors se pose le problème de l'alimentation d'une pareille tranchée. Etant donné que la Garonne aux basses eaux ne pourrait y suffire, la construction de barrages et de lacs artificiels s'impose, et, du même coup, on atténuerait l'effet désastreux des inondations, tandis que l'excédent de l'eau emmagasinée serait mis à la disposition de l'agriculture pour ses irrigations et ses submersions, ou bien fournirait la force motrice nécessaire aux industries.

Dans les conditions du projet actuel, on estime qu'en ouvrant tous les chantiers simultanément et en y occupant de 25 à 30.000 ouvriers, le canal pourrait être achevé en cinq ans. Le coût total approcherait du milliard (950 millions); certes, le chiffre est énorme, mais en supposant un trafic de 25 millions de tonneaux et des recettes brutes de 105 millions, il resterait, après déduction des frais d'entretien et d'administration, un bénéfice net de 90 à 95 millions de francs pour la rémunération du capital. L'opération serait ainsi financièrement avantageuse, sans compter les immenses avantages qu'en retireraient le pays tout entier et la région méridionale, en particulier.

P. Clerget,
Professeur à l'Ecole de Commerce du Locle (Suisse).



Gravé par F. Borremans.

Fig. 1. — *Projet de tracé du canal des Deux-Mers.*

La culture du coton dans l'Afrique occidentale anglaise. — La culture du coton dans le protectorat de Lagos prend une grande extension. Le gouverneur de cette dépendance anglaise annonce que, pour suffire aux demandes des indigènes, il faudrait 150 tonnes de graines pour la campagne de 1904. « Le rendement du coton, dit-il, sera énorme. Les experts ne sont pas seulement optimistes, ils se déclarent sûrs du succès. Les noirs Egba, à eux seuls, se proposent d'ensemencer 3.000 acres ».

A cause des essais tentés en ce moment dans l'Afrique occidentale française, il est intéressant de donner un aperçu de la méthode employée au Lagos.

L'Association cotonnière anglaise envoya d'abord le Professeur Koffman pour étudier le terrain. Cet agronome avait déjà rendu de notables services au Gouvernement américain dans certaines provinces du Sud. Passant au Lagos, en qualité de chef du Département de l'Agriculture, il s'établit à Abéokuta, centre commercial et agricole du pays des Egba. Il se chargea alors de donner l'instruction technique aux fermiers indigènes, et sut conquérir la confiance des grands chefs de la région. Il fit une série de voyages dans le pays, et les premiers essais qu'il guida furent heureux. Le cultivateur indigène, là comme partout en Afrique, se montre énergique, enthousiaste même, à la condition qu'on lui donne un marché pour l'écoulement de ses produits. Aussi l'Association fit installer à Abéokuta des machines d'égrenage et de pression, et elle offrit aux producteurs un penny par livre de coton non égrené et livré à la factorerie indigène. Dès 1903, plusieurs centaines de balles furent expédiées à Liverpool.

Ajoutons que la *British Cotton Growing Association* vient de solliciter l'octroi d'une charte royale, qui lui sera certainement accordée. Elle s'engage à ne rechercher aucun bénéfice pendant sept ans. Les bénéfices, durant cette période, seront employés uniquement à la création, dans toutes les possessions anglaises où cela sera possible, d'une industrie cotonnière.

LA PHYSICO-CHIMIE DES TOXINES ET ANTI-TOXINES

Messieurs,

Parmi les poisons étudiés jusqu'ici, il est une classe de produits nocifs, appelés toxines, produits d'excrétion cellulaire que nous sommes surtout habitués à voir formés par les microbes pathogènes. Par la production des toxines, ces microbes exercent une influence funeste sur les êtres vivants, et, pour cette raison, l'étude des toxines est d'un très grand intérêt. La propriété la plus remarquable des toxines réside dans le fait que leur toxicité est diminuée ou paralysée par des corps spécifiques appelés antitoxines. On prépare ces corps en injectant, par doses croissantes, la toxine en question dans les veines d'un animal, qui est le plus souvent un cheval ou une chèvre. On centrifuge le sang de cet animal; au bout d'un certain temps, le liquide séparé contient de l'antitoxine, généralement en grande quantité. Cette antitoxine est employée comme remède contre les maladies provoquées par l'action de la toxine; l'exemple le plus connu est celui de la diphtérie.

L'effet observé de l'antitoxine a porté à croire qu'elle neutralise la toxine à peu près de la même manière qu'un acide neutralise une base.

Pourtant, cette hypothèse se heurte à une difficulté d'ordre expérimental. Si l'on mélange des doses égales et successives d'une solution acide forte à une solution alcaline forte, chaque dose neutralise autant d'alcalinité que toute autre dose, jusqu'à ce que la neutralisation soit complète, après quoi il n'y a plus d'alcalinité à faire disparaître. Si, au contraire, l'acide et la base sont très faibles, cas, il est vrai, peu étudié, on observe que chaque dose produit un effet neutralisant qui surpasse celui de la dose suivante.

Dans la neutralisation d'une toxine par son antitoxine, on fait une observation semblable : en général, l'effet des doses successives de l'antitoxine n'est pas de la même grandeur. Ce phénomène a été observé par M. Ehrlich, qui, pour l'expliquer, a admis l'hypothèse que les toxines sont composées d'un grand nombre de poisons qui possèdent une virulence différente pour des quantités équivalentes à la même dose d'antitoxine.

Une explication bien plus simple consiste à supposer que la toxine ne contient qu'une seule sorte de poison, mais que la réaction de ce corps sur l'antitoxine n'est pas parfaite, comme cela arrive très souvent pour les réactions de la Chimie organique. Il existerait donc un équilibre chimique entre les deux corps réagissants et leurs produits de réaction, à peu près de la même manière que dans l'équilibre chimique classique, étudié par Berthelot :

$$\text{Acide organique} + \text{alcool} \rightleftarrows \text{éther} + \text{eau}.$$

Si cette supposition est exacte, on pourra calculer la grandeur de la réaction après l'addition de doses définies d'antitoxine. M. Madsen a fait un certain nombre de mesures très exactes sur la neutralisation, par son antitoxine, de la tétanolysine, produit vénéneux du *Bacillus tetani*. Voici quelle est la marche suivie dans ces recherches.

I

La tétanolysine appartient, comme son nom l'indique, à une classe de poisons, les hémolysines, qui fonctionnent de la manière suivante : le poison entre dans les globules rouges du sang et agit sur ceux-ci en leur faisant perdre leur matière colorante, qui se dissout dans le liquide ambiant, lequel devient par cela coloré plus ou moins intensivement en pourpre. Les hémolysines ne sont pas d'une grande importance dans la pratique; mais la dite propriété les rend très accessibles à des mesures quantitatives et, par là, elles jouent un grand rôle dans les recherches que nous avons poursuivies.

La détermination de la toxicité se fait de la manière suivante : On mélange à une émulsion de globules du sang dans une solution physiologique de chlorure de sodium (0,8 %) une certaine quantité de poison pur et dilué, par exemple 0 c.c. 23 à 10 centimètres cubes de l'émulsion. Ensuite, on y ajoute 1 c. c. 77 de solution physiologique, de sorte que le volume total, contenu dans l'éprouvette, est de 12 centimètres cubes. L'émulsion employée contient 2,5 % de globules sanguins, centrifugés du sang d'un cheval et lavés avec de la solution physiologique. Le mélange de poison et d'émulsion est placé pendant une heure dans un bain-marie à 37° et ensuite porté dans une glacière pendant vingt-quatre heures. Au bout de ce temps, les globules sont tombés au fond de l'éprouvette, et l'on peut déterminer la coloration du liquide par comparaison avec une série de tubes de solutions de sang préparés avant l'expérience. La toxicité est, en ce cas, posée égale 4,15 (= 1 : 0,23).

Simultanément, on prépare une solution qui contient une certaine quantité d'antitoxine (par exemple 0 c.c. 3) et la même quantité de poison pur que la solution employée ci-dessus. On fait

divers mélanges de cette solution avec 10 centimètres cubes de l'émulsion de globules sanguins et autant de solution physiologique, et l'on amène le volume total à 12 centimètres cubes. Ces mélanges sont traités de la manière que nous avons décrite. On trouve à l'examen, après vingt-cinq heures, que l'éprouvette qui montre la même coloration que le mélange avec de la toxine pure contient 1 c.c. 03 de la solution de toxine et d'antitoxine. Donc la toxicité est diminuée par l'addition de l'antitoxine à la valeur 0,97 (= 1 : 1,03). On suppose que cette solution contient la même quantité de toxine libre que le premier mélange, parce que l'action hémolytique est la même. Le reste de la toxine est fixé par de l'antitoxine.

L'expérience montre que les nombres observés se laissent très bien calculer d'après la loi de Guldberg et Waage selon la formule :

$$(\text{tétanolysine})\ (\text{antitoxine}) = \text{const.}\ (\text{produit})^2.$$

L'accord entre le calcul et les données de M. Madsen se manifeste dans le tableau suivant, où n est la quantité d'antitoxine ajoutée à une dose constante de tétanolysine, *T obs.* est la toxicité du mélange et *T calc.* le nombre correspondant calculé.

n	T OBS.	T CALC.	n	T OBS.	T CALC.
—	—	—	—	—	—
0,0	4,45	4,45	0,5	0,45	0,46
0,05	3,67	3,67	0,7	0,27	0,28
0,1	3,13	2,95	1,0	0,18	0,18
0,15	2,32	2,29	1,3	0,12	0,12
0,2	1,62	1,76	1,6	0,09	0,11
0,3	0,97	1,03	2,0	0,08	0,09
0,4	0,63	0,62			

L'accord entre les nombres calculés et observés est très satisfaisant.

Pour donner une plus grande évidence encore au fait qu'il n'est pas nécessaire que la toxine soit composée de plusieurs poisons différents, M. Madsen et moi nous avons recherché un poison hémolytique (c'est-à-dire un poison qui fasse sortir la matière colorante des globules rouges du sang) qui fût sans contredit simple; nous avons choisi l'ammoniaque. Contre ce poison, on peut employer l'acide borique comme antitoxine. Des recherches antérieures nous avaient montré que le sel formé exerce une action perturbatrice; mais les lois de cette action sont assez simples, de sorte que l'on peut sans difficulté introduire la correction nécessaire dans le calcul. Voici le tableau correspondant à ce poison :

n	T OBS.	T CALC.	n	T OBS.	T CALC.
—	—	—	—	—	—
0,0	6,0	6,0	1,0	1,51	1,62
0,07	5,1	4,7	1,333	1,21	1,10
0,333	4,1	3,8	1,667	0,77	0,79
0,667	2,6	2,5	2,0	0,60	0,60

La toxicité d'un mélange d'ammoniaque et d'acide est déterminée de la même manière que celle d'un mélange de tétanolysine et de son antitoxine.

L'accord entre les nombres observés et calculés est très satisfaisant, de sorte qu'il semblait attrayant de poursuivre le développement de cette idée par l'examen d'autres poisons.

II

Parmi ceux-ci, le poison diphtérique est de la plus grande importance dans la pratique, et il se comporte à la neutralisation d'une manière assez semblable à celle de la tétanolysine. Pourtant, les divers auteurs qui ont examiné le poison diphtérique indiquent que, dans plusieurs cas, on trouve que les premières doses de sérum antidiphtérique qui sont ajoutées à une solution de ce poison n'amoindrissent pas sa toxicité. A cause de cela, M. Ehrlich a adopté l'hypothèse que ce poison contient aussi un corps atoxique, qui s'empare de la première dose de l'antitoxine ajoutée. Ce corps atoxique fut appelé *prototoxoïde*. Quelques remarques de M. Ehrlich me faisaient pourtant soupçonner que, seule, la difficulté des mesures quantitatives causait, dans ce cas, les irrégularités expliquées par l'hypothèse nouvelle. Par bonheur, M. Madsen a fait un grand nombre de recherches dont les résultats n'avaient pas été calculés d'une manière aussi précise que dans les sciences exactes. M. Madsen et moi nous avons donc fait un nouvel examen de ses déterminations, que je soumis au calcul. Le résultat fut que trois des poisons qui avaient été, auparavant, décrits comme contenant des prototoxoïdes, n'en manifestaient pas trace.

La différence essentielle entre les deux méthodes de calcul consiste en ce que je me suis servi de toutes les déterminations au lieu d'en choisir un petit nombre (environ un dixième), savoir celles qui se laissaient calculer le plus simplement.

La toxicité du poison diphtérique est déterminée d'une manière analogue à celle qu'on emploie pour les hémolysines. Seulement, au lieu d'observer la dissolution de l'hémoglobine, on opère sur des cobayes vivants. On dit que le mélange toxique injecté au cobaye contient une dose mortelle si l'animal meurt en trois jours. On peut aussi faire des déterminations de la toxicité du mélange par des pesées de l'animal. Le poids de celui-ci décroît d'autant plus rapidement que le poison est plus violent.

Je donne ici les dates pour le poison diphtérique, le mieux étudié : des deux échantillons, l'un datait de cinq mois, l'autre avait deux années de conservation à 2°.

n	T OBSERVÉ Février 1902	T OBSERVÉ Septembre 1903	T CALCULÉ
—	—	—	—
0,0	100,0	100,0	100,0
0,05	76,2	»	87,5

	T observé		
n	Février 1902	Septembre 1903	T calculé
—	—	—	—
0,1	74,1	84,0	74,9
0,15	57,7	69,1	62,4
0,2	51,5	48,4	50,6
0,25	36,3	48,4	38,6
0,3	29,2	27,8	27,2
0,35	18,0	20,8	17,5
0,4	11,5	10,2	9,9
0,45	5,6	5,9	6,0
0,5	1,2	3,4	4,1
0,6	»	2,0	2,3

La différence entre les nombres observés et calculés montre combien grandes sont ici les erreurs d'observation, spécialement pour les petites doses d'antitoxine.

C'est dans le poison le plus ancien que l'on devait s'attendre à trouver le prototoxoïde. Mais nous constatons que, pour celui-ci, la toxicité s'abaisse très régulièrement quand on augmente la dose d'antitoxine. Comme toutes les déterminations antérieures, en particulier celles de M. Ehrlich, semblent être calculées d'après la méthode la moins exacte, il est à présumer que l'existence des prototoxoïdes, dans les cas où ils sont supposés, ne dépend que du nombre insuffisant des mesures sur lesquelles se fondent les calculs.

Très évident est, au contraire, un autre fait, observé aussi par M. Ehrlich : savoir que le poison diphtérique perd progressivement sa toxicité, bien que la quantité d'antitoxine nécessaire pour la réduire à un dixième reste à peu près constante.

Ce trait est très bien marqué pour le poison étudié ; sa toxicité était, en dix-sept mois, tombée à la moitié au moins. Pour expliquer ce fait, M. Ehrlich admet la formation d'un « syntoxoïde », c'est-à-dire d'un corps atoxique qui est neutralisé en même temps et au même degré que le poison proprement dit. En effet, l'analyse montre que l'hypothèse la plus simple pour expliquer les faits observés de la neutralisation simultanée de ce toxoïde et de la toxine est la suivante : La toxine et l'antitoxine donnent deux produits différents, que nous avons, M. Madsen et moi, appelés *toxinan* et *titoxine*. Tout se passe donc comme dans la formation des éthers, où, d'une molécule d'acide et d'une molécule d'alcool, naissent une molécule d'éther et une molécule d'eau. De même que la production d'eau est caractéristique pour toutes les réactions où se forment des éthers, la titoxine est produite aussi bien dans la neutralisation du toxoïde que dans celle de la toxine. Il est probable que la réaction de la tétanolysine avec son antitoxine est analogue ; tout au moins, on peut déduire des formules que, pour chaque molécule d'antitoxine détruite, il se produit deux molécules nouvelles.

III

Les toxines simples semblent se comporter, en général, comme les poisons traités ci-dessus. Le poison des serpents est neutralisé par l'anti-venin, et, d'après les recherches de Myers, la neutralisation présente les mêmes caractères que celle de la tétanolysine.

M. Madsen a examiné la présure et son anticorps. La présure est une précipitine, qui coagule la caséine du lait. Son anticorps peut être produit artificiellement, à la manière ordinaire, par injection de la présure dans les veines d'un animal, par exemple d'un lapin. Mais cet anticorps se trouve normalement dans le sérum du cheval en assez grande quantité, de sorte que ce sérum arrête l'action de la présure. Cet arrêt obéit à la même loi que la tétanolysine. De la même manière se comportent aussi la ricine, toxine contenue dans les graines du *Ricinus communis*, et l'antiricine.

Dans ces nouveaux cas, on a souvent aussi observé des effets pour lesquels on a soulevé l'hypothèse des prototoxoïdes. Dans quelques cas, comme, par exemple, pour la tétanolysine et pour le poison des serpents, les erreurs d'observation sont assez grandes pour que la conclusion de l'existence d'un prototoxoïde soit douteuse.

En d'autres cas, d'après M. Madsen, comme, par exemple, pour la ricine et la présure, l'apparition du phénomène en question est si irrégulière et si capricieuse que l'on ne peut l'attribuer à la présence réelle d'un corps comme le prototoxoïde.

MM. Madsen et Walbum ont étudié un certain nombre d'autres poisons, comme la *staphylolysine*, la *stapholysine*, la *vibriolysine* et la *tétanospasmine*, poisons qui sont produits par divers microbes ; toujours ils ont retrouvé les mêmes lois simples.

Or, si les vues exposées ci-dessus sont vraies, dans toute solution contenant de la toxine et de l'antitoxine, il doit y avoir une certaine quantité de toxine et d'antitoxine libres. Ces deux corps ont des vitesses de diffusion très différentes ; donc, on pourra les séparer partiellement par une disposition appropriée. Cette méthode de séparation est, dans son principe, la même que celle qui fut employée pour prouver que les sels ammoniacaux sont en partie dissociés en acide et ammoniac à haute température. MM. Madsen et Walbum ont, en effet, réalisé cette expérience.

Ils versent une solution de gélatine (10 °/₀) dans une petite éprouvette. La gélatine se solidifie et forme, par exemple, une colonne de 10 centimètres de hauteur. Sur cette colonne, on verse 2 centimètres de toxine diphtérique, à laquelle on ajoute une quantité d'antitoxine telle que le mélange soit inoffensif pour des cobayes. L'éprouvette est placée

pendant soixante-six jours dans une caisse mainnue à la température de 2°. Au bout de ce temps, on enlève le mélange liquide supérieur, et l'on casse l'éprouvette, de laquelle on retire la colonne gélatineuse, qui est lavée et divisée en divers morceaux sur lesquels on procède à la recherche de la toxicité pour les cobayes.

La toxine possède une vitesse de diffusion beaucoup plus grande que celle de l'antitoxine. Par suite, les couches inférieures de la colonne gélatineuse contiendront seulement de la toxine, l'antitoxine ne s'étant pas diffusée si loin de la solution surnageante. Au contraire, la partie supérieure de la colonne contiendra un surplus d'antitoxine. MM. Madsen et Walbum ont, en effet, montré que ces prédictions sont réalisées et que la partie inférieure contenait environ deux doses mortelles pour des cobayes.

Il est donc démontré, par cette expérience, que la réaction entre la toxine diphtérique et son antitoxine est limitée, de sorte qu'il existe toujours dans un mélange de ces deux corps une partie de toxine et d'antitoxine libre. C'est précisément pour le poison diphtérique que M. Ehrlich nie l'existence d'un tel équilibre chimique ; il s'ensuit que les idées de M. Ehrlich ne peuvent plus être admises.

A l'aide de la Chimie moderne, on peut donc caractériser les réactions des toxines et des antitoxines, quoiqu'il soit impossible d'isoler ces substances et de les analyser. On peut, de même, déterminer la quantité de chaleur développée dans ces réactions : elle est d'environ 6.600 calories pour la neutralisation de la tétanolysine.

Nous n'avons pas de raison d'espérer qu'il sera possible, dans un avenir prochain, d'isoler ces corps ; donc la façon dont j'ai exposé le problème pourra rendre de grands services à la science sérothérapique. Ces services ne seront pas amoindris par le fait que les conceptions sur l'influence de l'antitoxine et de la toxine auxquelles nous sommes conduits sont d'une simplicité remarquable, la réaction entre ces deux corps étant, comme je l'ai déjà dit, du même ordre que la réaction entre un alcool et un acide, qui forment un éther et de l'eau.

Ainsi, pour les agglutinines, on possède des données quantitatives. Ces corps sont produits par l'injection de bactéries dans les veines des animaux ; par exemple, après une injection de bacilles du typhus dans le sang d'un cheval, ce sang contient divers anticorps contre ces bacilles, que les bactériologistes ont nommé des bactério-agglutinines. Ces corps produisent, même en solution très atténuée, une agglutination rapide du *Bacillus typhi*. On trouve qu'une grande quantité de l'agglutinine se condense dans les bacilles, de sorte que seulement une petite partie est laissée libre dans la solution. MM. Tisenberq et Volk ont déterminé les quantités libres (B) et absorbées (C) de l'agglutinine. Entre ces deux grandeurs, il existe une relation très simple, qui semble indiquer que les molécules de l'agglutinine dans la solution sont 1,5 fois plus grandes que les molécules dans les microbes.

Voici un tableau où j'ai comparé les valeurs observées avec les valeurs calculées d'après cette relation pour l'agglutinine du choléra :

B + C	C	B OBSERVÉ	B CALCULÉ
2	2	0	0
20	20	0	1
40	38	2	3
67	60	7	6
200	120	80 (?)	27
2.000	1.300	700	620
11.000	6.500	4.500	5.260
20.000	10.000	10.000	10.750

La détermination de la quantité d'agglutinine dans un liquide donné s'effectue de la manière suivante :

Si la proportion d'agglutinine est très grande, l'agglutination des bactéries se fait très vite (si l'on ajoute, par exemple, 1 centimètre cube du liquide à 1 centimètre cube d'émulsion de bactéries). En diluant le liquide avec de la solution physiologique, on trouve qu'à une certaine dilution l'agglutination devient moins prononcée. A de plus grandes dilutions, on ne voit que des traces d'agglutination, et à de plus grandes encore la propriété agglutinante devient insensible. Si, à une dilution de 1 centimètre cube de liquide dans 999 centimètres cubes de solution physiologique, l'agglutination est encore nettement prononcée, et si à de plus grandes dilutions on n'observe que des traces d'agglutination, on dit que la concentration de l'agglutinine dans le liquide examiné est de 1.000 unités.

De la même manière que les agglutinines, se comportent les corps ambocepteurs qui sont en grande partie absorbés par les globules du sang. On obtient ces corps d'une manière analogue à celle qui a servi à la préparation des agglutinines. On injecte dans le sang d'un animal des globules sanguins d'un autre animal. Celui-là sécrète dans son sérum une hémolysine qui détruit les globules rouges du second animal. Si l'on chauffe cette hémolysine à 60°, elle perd ses propriétés hémolytiques ; mais elle les recouvre après l'addition d'un corps inoffensif, appelé complément. M. Ehrlich a adopté l'hypothèse que l'hémolysine est produite par la combinaison chimique de ces deux corps ; au contraire, M. Bordet suppose que c'est le complément qui attaque les globules rouges, sensibilisés, pour ainsi dire, par l'ambocepteur, qui, pour cette raison, est aussi appelé substance sensibilisatrice. Mes recherches sur cette réaction conduisent à la corroboration de la première manière de voir. D'après la loi de Guldberg et Waage, on peut cal-

culer la quantité de l'hémolysine formée dans les divers cas. Voici un exemple se rapportant au sérum d'une chèvre traitée avec des globules de sang de bœuf. A ce sérum comme ambocepteur, on ajoutait du sérum de cobayes comme complément. L'émulsion de sang contenait 2 °/₀ de globules rouges de bœuf :

Ambocepteur *a*	10	30	100	300	900
Complément *b*					
60	40 (46)	»	»	»	»
40	37 (45)	»	»	»	»
25	38 (42)	»	»	»	»
15	39 (37)	»	»	»	»
10	38 (33)	71 (84)	98 (100)	100 (100)	»
6	22 (21)	59 (60)	85 (98)	98 (100)	»
4	20 (20)	45 (44)	75 (65)	82 (73)	»
2,5	»	24 (29)	51 (43)	47 (47)	»
1,5	»	15 (18)	25 (25)	22 (28)	24 (29)
1	»	»	15 (17)	15 (19)	18 (20)
0,6	»	»	11 (10)	13 (11)	13 (12)

Les nombres calculés sont écrits entre parenthèses. Ils s'accordent très bien avec les nombres observés ci-dessus.

S'il se faisait une quantité d'hémolysine telle que tous les globules sanguins perdissent leur matière colorante, c'est-à-dire dans le cas d'hémolyse totale, on posait cette quantité égale à 100. Les autres nombres sont calculés à l'aide de l'observation de la coloration, d'après une règle qui s'accorde assez bien avec l'expérience, savoir : que la coloration est proportionnelle à peu près au carré de la concentration de l'hémolysine. Pour des colorations surpassant les 25 °/₀ de la coloration correspondant à l'hémolyse totale (c'est-à-dire si la quantité d'hémolysine surpasse 50), les mesures sont assez difficiles.

Dans ces cas, dont j'ai étudié un assez grand nombre, on voit distinctement qu'une partie notable des deux composants disparaît à la production de l'hémolysine.

IV

Un autre cas présente beaucoup de ressemblance avec celui de la formation des hémolysines : c'est la production d'un poison hémolytique par l'addition de lécithine au poison de serpent. J'ai fait des expériences sur l'action du poison de cobra sur les globules rouges du sang de bœuf. L'expérience montre qu'une faible dose de lécithine, toujours la même pour le même sang, est sans action. Probablement, cette quantité est fixée par quelque substance des globules du sang. Mais, si l'on ajoute plus de lécithine, elle agit sur le poison de cobra, de sorte qu'il se forme une hémolysine, et l'action suit la loi de Guldberg et Waage. La lécithine semble jouer le rôle de l'ambocepteur. Mais, dans ce cas, les quantités d'hémolysine sont assez petites, comparées à celles des substances réagissantes, de sorte que le calcul n'indique pas une sensible diminution de celles-ci. Dans ce cas, on pourrait donc accepter peut-être l'idée de M. Bordet ; mais nous préférons la manière de voir adoptée pour le cas des hémolysines, parce que, d'après elle, on peut calculer des données quantitatives qui sont en très bon accord avec l'expérience, tandis que l'idée de M. Bordet n'a pas permis un tel développement.

Enfin, j'ai étudié le mode d'action des corps appelés anticompléments par M. Ehrlich. On prépare ces corps par l'injection d'un complément, c'est-à-dire d'un sérum normal, dans les veines d'un animal. Le sérum de cet animal possède alors une action affaiblissante sur différentes hémolysines. M. Ehrlich suppose que le nouveau sérum s'empare d'un certain nombre des molécules de l'ambocepteur, de sorte que la formation de l'hémolysine est diminuée. L'étude détaillée de ces corps montre qu'en divers cas il faut remplacer l'idée de M. Ehrlich par la supposition que les anticompléments contiennent aussi des antihémolysines, c'est-à-dire des corps qui neutralisent les hémolysines, tout comme pour les tétanolysines

Ici, comme dans tous les autres cas étudiés, la loi de l'action de la masse chimique gouverne les phénomènes, qui s'accordent parfaitement avec les phénomènes ordinaires de la Chimie. Seulement, la variété est plus grande que dans ce cas-ci.

Les vitesses de réaction semblent aussi jouer un rôle important dans quelques-uns des phénomènes sérothérapiques. En général, cette vitesse s'accroît notablement avec la température, dans une proportion du même ordre de grandeur que les vitesses des autres réactions chimiques étudiées. Les acides et les bases exercent une influence destructive sur la plupart des toxines. Dans ces cas, il semble que les ions H et OH sont les éléments actifs, tout comme dans les cas de catalyse ordinaire.

Je suis très heureux de présenter ces résultats dans une ville où l'immortel fondateur de la nouvelle science bactériologique a fait ses œuvres fondamentales, et où un autre grand maître de la Chimie, Sainte-Claire-Deville, a conçu ses idées sur la dissociation, sur lesquelles est basé le développement récent de la Physico-Chimie.

Je remercie la Société chimique pour le grand honneur qu'elle m'a fait en me permettant d'exposer ces recherches devant un auditoire aussi illustre, où se trouvent réunis mes éminents collègues français, qui ont su si admirablement maintenir, après l'avoir créée, la position dominante que possède depuis des siècles la science française[1].

Svante Arrhénius,
Professeur à l'Université de Stockholm.

[1] Conférence faite devant la Société chimique de Paris le 20 mai 1904.

ESSAI SUR LA PSYCHOLOGIE DES RACES NÈGRES DE L'AFRIQUE TROPICALE

PREMIÈRE PARTIE : SENSIBILITÉ ET AFFECTIVITÉ

I. — Conditions et procédés d'observation.

Des nègres on a dit trop de bien ou trop de mal. — En ont dit trop de bien surtout ceux qui ne les ont point vus chez eux et n'ont point vécu avec eux. — En ont dit trop de mal surtout ceux qui les ont vus chez eux et ont vécu avec eux, mais qu'indisposent l'intérêt, la passion, les taquineries d'un coudoiement journalier et d'une communauté forcée. — Chacun, dans la question, n'aperçoit que ce qui répond à ses préoccupations ordinaires. Une fois de plus, la vérité est entre les extrêmes, ou, pour mieux dire, elle est à côté.

§ 1. — Difficulté de l'étude.

Juger les autres hommes, voilà une présomption devant laquelle n'hésite pas le commun des hommes, et qui est pourtant pleine de périls. D'éminents philosophes en ont analysé les causes d'erreur. Je ne crois pas pouvoir mieux les résumer qu'en recourant à une image banale et usée, mais toujours bonne. L'importance de ce point de critique mérite que je me l'approprie à mon tour, car elle peindra peut-être de manière plus intuitive la véritable nature des divergences qui séparent les *négrophiles* des *négrophobes*, sans que j'aie la prétention illusoire de convaincre l'un et l'autre parti, ni de les rapprocher.

Tout homme, au-devant de son jugement, a comme un verre coloré, qui représente une somme de concepts héréditaires ou acquis, de préjugés, d'intérêts, d'appétits et de sentiments, provenant de traditions, d'idiosyncrasies physiologiques ou morbides, d'influences ambiantes. Ainsi notre observateur voit toutes choses sous une teinte exclusive et personnelle, qui lui paraît seule vraie, seule rationnelle, parce qu'elle manque de terme de comparaison et que tout sujet de référence, qui lui est présenté, se trouve noyé dans la tonalité générale. Cette sorte de cécité, soit dit en passant, justifie une restriction faite plus haut, quant à l'intransigeance des opinions opposées : car elle diminue les chances de persuasion.

Donc l'uniformité d'orientation et le caractère essentiellement subjectif de notre connaissance nous interdisent de juger sainement les actes d'autrui, actes dirigés sur une orientation différente de la nôtre. Telle ligne de conduite, tel trait de mœurs, vu à travers notre optique particulière, peut paraître absurde, extravagant, immoral. Cependant, il est toujours logique au regard des motifs qui ont conduit son auteur, mais qui échappent à notre mode spécial de vision. Quoi de mieux enchaîné que le raisonnement d'un aliéné? L'unique et profonde différence qui le sépare de l'homme sain est que la perception initiale sous forme d'hallucination ou l'interprétation d'un fait extérieur sont manifestement contraires au sens commun.

Développant notre comparaison, nous pourrions admettre que la teinte de l'écran trompeur diffère d'autant moins de la nôtre chez les autres hommes que ceux-ci se rapprochent davantage de notre race, de notre nation, de notre province, de notre famille. Chez les peuples de l'Europe occidentale, les nuances sont seulement plus claires ou plus foncées. L'éloignement y introduit des couleurs étrangères. Les tons sont tout à fait intervertis chez les Orientaux; ils sont disparates et criards chez les primitifs.

Les facilités de la vie matérielle, la douceur du climat, l'invariable monotonie des occupations journalières ont maintenu les nègres africains dans une sphère psychologique très étroite, qui contraste avec la mentalité compliquée des civilisés.

Faut-il leur en tenir rigueur? Non point. Car les raisons de leur barbarie ne sont pas en eux, dans un entêtement, une réaction contre notre évidente supériorité. Elles sont hors d'eux à la fois et en eux : car elles sont dictées par l'adaptation au milieu, ainsi que par le double instinct de conservation de l'individu et de la race. Ne cherchons donc point à jauger ces âmes primitives à la mesure de nos facultés inextricables. Ne pesons pas leurs idées enfantines, leur cerveau borné avec la masse de nos concepts héréditaires, de nos subtilités morales, de nos spéculations scientifiques. L'analyse de leur psychologie expose à un perpétuel quiproquo. Une dissection trop minutieuse; le désir instinctif de trouver quand même quelque chose là où il n'y a rien; une disposition naturelle à introduire des catégories dans ce qui, justement, est vague par essence et manque de précision : voilà déjà des illusions qui ont souvent égaré l'homme de cabinet. Il s'y ajoute un autre facteur d'erreur : ses études se basent sur les rapports des voyageurs.

Or, dans ces récits, l'homme de cabinet fait-il la part des multiples circonstances tendant à fausser le véritable aspect des choses : fatigue, maladie, préoccupations matérielles de chaque jour, choc d'intérêts avec les indigènes, recherche de la gloire, vanité si humaine d'avoir découvert ce que personne n'avait encore su voir, observation superficielle de gens entrevus au passage et quelquefois fréquentés à coups de fusil? On m'objectera que les récits des voyageurs peuvent présenter une similitude frappante. A quoi je répondrai que nous avons affaire à des observateurs pris parmi des civilisés de mentalité analogue, soumis aux mêmes faiblesses, sujets à des erreurs, sinon égales, au moins « de même signe », comme dirait un mathématicien, sous l'influence de causes constantes.

Le jugement porté sur les exotiques dépend donc de trois interprétations : celle du voyageur, celle du philosophe, celle du lecteur. C'est trop d'une au moins pour la sûreté du résultat. Pour apprécier sainement une race psychologiquement très distante de la nôtre, il faudrait parvenir à s'identifier complètement avec l'indigène : vivre sa vie, vivre son idiome, vivre sa pensée, vivre ses appétits et ses passions. Il faudrait devenir lui sans cesser d'être soi-même, le compénétrer de manière que son étude psychologique se réduisît à une sorte d'examen de conscience. Et l'on n'atteindrait point encore l'absolue satisfaction. Moi-même, qui ai vécu de longues années au contact des peuplades africaines, qui entends plusieurs de leurs langages, qui ai tâché de m'assimiler l'intime de leurs pensées, non seulement je n'ai recueilli, au degré de profondeur où j'ai pu descendre, que des notions vagues et flottantes, mais encore si, du peu que je sais, j'essayais de donner une idée adéquate à mes observations ou à mes impressions, la terminologie me trahirait, le mot juste me ferait défaut : je devrais, semble-t-il, pour m'exprimer, employer les langues indigènes mêmes, dont les ressources limitées et la propriété spéciale des termes seraient mieux adaptées à leur psychologie rudimentaire.

Autre difficulté, qui révèle déjà un trait de la psychologie des races de l'Afrique équatoriale. Essayez de vous renseigner auprès des nègres mêmes, par des questions élémentaires, sur leur manière de sentir, de connaître, sur leurs préjugés et leurs croyances : vous n'en pourrez tirer grand'chose. Si vous les poussez, ils se dérobent et se mettent à rire. Quelques personnes pensent que la raison de cette abstention est dans une sorte de conjuration du silence des Noirs vis-à-vis des Européens, une convention tacite pour ne point divulguer certains secrets défendus. C'est faire trop d'honneur à leur discrétion. La vraie raison est dans leur indigence de réflexion et d'esprit d'analyse. Au surplus, s'ils ne disent rien, c'est qu'ils n'ont rien à dire. Leur sourire vient tout simplement de ce qu'ils trouvent plaisant qu'on puisse se préoccuper à ce point de choses qui ne se mangent pas.

§ 2. — Méthodes.

Mieux vaut les laisser agir spontanément, les observer en liberté, délivrés de toute contrainte. Suivons de près leur vie journalière; écoutons leurs conversations; intéressons-nous à leurs palabres; étudions le petit manège des citoyens d'un village. Là se révélera leur état mental, ou au moins la nature de leurs préoccupations familières.

Mais, pour descendre plus profondément dans l'intimité du sujet, le meilleur guide, c'est la pratique des langues. Le vocabulaire parlé est le miroir le plus fidèle des idées d'une race : car il en est le produit immédiat. Il y a identité et superposition parfaite entre l'idiome et l'esprit qui l'a créé. La seule difficulté qui s'y rencontre est dans l'interprétation, qui risque fort de subir au passage l'empreinte du traducteur. Je n'en veux d'autre preuve que l'impossibilité où nous sommes, même possédant parfaitement le vocabulaire et la grammaire, de nous exprimer tout à fait comme eux. Il y a les idiotismes, qu'on arriverait toujours à s'assimiler avec beaucoup de pratique. Mais ce qui est absolument inimitable, parce que c'est étranger à notre nature, c'est la mimique bien spéciale, la façon de parler, le discours entrecoupé d'exclamations, d'onomatopées, de petits cris, de répétitions et de redoublements de mots; ce sont des tournures de phrase, toute une comédie trop étrangère à notre génie pour que nous en puissions épouser tous les caprices, reproduire tous les aspects.

Si imparfait que soit le degré de connaissance de ces langues où il nous est permis d'arriver, encore faut-il apporter à leur étude un certain esprit critique et prendre les mots juste pour leur valeur. Quelque respect que j'aie pour les missionnaires de toutes confessions, qu'une idée d'abnégation exile en ces lointains pays, je ne puis m'empêcher de trouver plaisant qu'ils aient découvert dans ces idiomes des équivalents aux mots : *glorifier*, *discipline*, *componction*, *collège*, *intimider*, *consubstantiel*, *rougeole* (cette maladie complètement inconnue en Afrique), et qu'ils aient tenté de traduire en kitéké l'évangile de Saint-Jean, dont le sens mystique est déjà passablement malaisé à saisir pour des esprits cultivés.

Ici une question se pose : la psychologie des nègres africains est-elle partout assez uniforme pour prêter à la monographie? Oui, dans les limites où j'entends circonscrire le sujet, celles où s'est appliquée mon observation personnelle. J'englobe ainsi un certain nombre de peuples bantou, aux-

quels se joindront, pour leurs affinités ou leurs divergences (celles-ci très petites), les peuples non bantou de l'Oubanghi et du Mbomou jusqu'au Bahr-el-Ghazal. Dans leurs grandes lignes, ils sont presque identiques; ils constituent une espèce psychologique homogène et représentent un échelon bien marqué de l'échelle humaine. A vrai dire, ces éléments divers présentent dans les détails de légers écarts. Mais ces écarts ne servent qu'à mettre en évidence la manière de réagir du caractère commun dans des conditions spéciales de milieu.

Les divergences individuelles sont aussi complètement négligeables. Les nègres jouissent de la quasi-égalité intellectuelle et morale. Le chef n'est pas sensiblement supérieur à l'esclave : le hasard des événements a presque seul décidé leur inégalité sociale. Les civilisés sont lancés dans une course échevelée vers la vie et le progrès, où les plus habiles, les plus énergiques prennent rapidement les devants, semant sur la route les incapables et les faibles; les diverses couches, ainsi échelonnées, vont s'éparpillant sans cesse davantage suivant l'ordre de leurs talents et de leurs aptitudes. Chez nos primitifs, au contraire, tous naissent avec des aptitudes très peu différentes. Au rebours de ce qui se passe un peu artificiellement en Europe, les moins aptes sont délaissés ou repoussés par la communauté, plus soucieuse de l'intérêt général que des individualités; ils disparaissent vite. Les survivants demeurent dans une égalité parfaite ou avec les différenciations juste nécessaires au fonctionnement et à la défense d'un corps social rudimentaire. Rien ne tend à les faire sortir de cet état : ni le manque d'air dans une population trop compacte, puisque la densité kilométrique est à peine de 1 à 2 dixièmes; ni la préoccupation anxieuse des nécessités alimentaires, puisque la complaisante Nature pourvoit à leurs besoins contre un minimum d'efforts; ni la recherche d'une compagne pour fonder une famille, puisque la promiscuité leur assure même cette satisfaction.

Le type psychologique moyen est donc assez nettement défini.

II. — Sens et appétits.

Au point de vue sensibilité, le Noir est plutôt inférieur à l'Européen. Cette assertion, je le sais bien, est en apparence purement gratuite. Elle aurait besoin d'être confirmée par des observations physiologiques précises. Malheureusement, l'expérimentation ne me paraît guère praticable, au moins pour rester à l'abri de toute critique. La plupart des procédés de mesure exigent que le patient s'y prête intelligemment et se rende compte de ce qu'on attend de lui. Ce n'est point le cas. J'ai éprouvé souvent par moi-même combien l'examen clinique des indigènes malades rencontre de difficultés. Qu'on essaye de le faire respirer, compter, tousser, de lui faire prendre certaines postures, de le faire se tenir souple, il apporte à tout cela une maladresse qui réduit l'observation aux seuls signes objectifs, comme sur les enfants ou les animaux. En outre (et cette remarque paraît exclusive de toute autre), le matériel instrumental a généralement fait défaut au voyageur jusqu'à présent. Nous devrons donc nous contenter de l'observation superficielle, d'ailleurs suffisante pour notre objet.

Le toucher paraît moins subtil que chez l'Européen : affaire de peau et d'éducation. L'habitude des travaux grossiers, la nudité du corps, l'ardeur du soleil, le frôlement des arbustes et des herbes de la route, les érosions causées par les épines et les chaumes à demi-brûlés ne laissent point au tégument externe une sensibilité bien raffinée. Pourtant, l'épaisse semelle cornée, que la marche nu-pieds entretient à la face plantaire, n'empêche nullement la sensation de chatouillement.

Quelque habitude que le Noir ait de marcher sur un sol brûlant, il en est quelquefois très incommodé, les jours de grande chaleur[1]. Toutefois, on le voit fréquemment prendre dans le feu des charbons ardents avec la main, pour allumer sa pipe. — Tout cela n'a rien de particulier à la race noire.

Sans courage contre les maladies internes, le Noir gémit et se lamente pour les indispositions les plus bénignes; il a peur de cette chose inconnue et mystérieuse qui se passe dans ses viscères. En revanche, il est stoïque contre les traumatismes les plus graves. Sa vigoureuse et saine nature répare promptement l'œuvre du couteau et de la sagaie. Chez quelques tribus du bas Oubanghi, les nombreuses cicatrices, dont sont balafrés la plupart des indigènes, marquent une indifférence aux coups et une brutalité de mœurs, que ne dément pas leur physionomie bestiale.

Les incisions et mutilations, que la plupart des races pratiquent sur elles-mêmes, comme signe distinctif de la tribu et pour réaliser leur idéal de beauté, dénotent une singulière obtusion de la sensibilité, telle que les criminalistes l'ont signalée chez le dégénéré. Non seulement elles sont une cause de souffrance au moment même de l'opération, mais encore elles sont susceptibles de leur occasionner dans la suite une gêne effroyable. Avec un mauvais couteau de fer, grossier et sans fil, avec un morceau de poterie, on pratique sur soi-même, ou avec le secours d'un camarade, des rangées d'inci-

[1] Le thermomètre posé à terre sous une mince couche de sable marque 50° environ.

sions régulières autour du nombril, des deux côtés de la ligne médiane du ventre[1], sur la poitrine, sur la face, plus rarement sur les membres. Beaucoup de Noirs sont sujets à la formation des kéloïdes et la favorisent par l'introduction dans la plaie de corps irritants. Le dessin se trouve ainsi marqué en relief sur la peau. Les Bangala opèrent sur le front, depuis la base du nez jusqu'au vertex, une rangée d'incisions transversales très profondes, plus longues au milieu de la rangée, se raccourcissant aux deux extrémités; la peau est soulevée comme une lèvre et maintenue en place au moyen d'étoupe ou de petits morceaux de bois. Après cicatrisation, notre élégant possède sur le front une crête épaisse et saillante, haute de deux à trois centimètres. Cet ornement lui donne une physionomie hideuse et sauvage, dont il se montre très fier (fig. 1). — Les populations du haut Oubanghi procèdent de façon analogue, quoique en diminutif : ils se contentent de se sculpter sur le front trois ou quatre larmes de chair (fig. 2). — D'autres, sur le haut Congo, se ponctuent la face entière d'innombrables petites incisions, gracieusement alignées en rangées autour des yeux, de la bouche, du nez. — Les Bobanghi se dessinent une torsade sur le front, une feuille de trèfle sur chaque tempe et des arcs de cercle sur l'abdomen. — Et ainsi des autres. La liste en serait interminable. Presque chaque tribu a son tatouage distinctif.

Fig. 1. — *Types Bangala et Oupotos.*

D'autres genres d'ornements seraient un supplice à notre sensibilité raffinée. Telle la coutume de percer le lobule de l'oreille, de le dilater progressivement, d'arriver à y introduire des disques de bois ou d'ivoire qui atteignent 6 à 8 centimètres. Sur le haut Oubanghi, la même opération se pratique sur les lèvres, à travers lesquelles on passe des baguettes de bois, des cristaux de quartz, ou les grands disques dont je viens de parler. Dans ce dernier cas, la bouche prend la forme d'une sorte de bec de canard horriblement gênant pour manger. Certaines populations des sultanats Zandés (Gabous, Bongos, etc.) mettent leur coquetterie à franger le bord libre de chaque lèvre et du pavillon de l'oreille d'une vingtaine de petits anneaux de cuivre. Les Batéké (Atyo) du Congo (fig. 3) tirent leurs cheveux sur un gabarit circulaire en bois, de manière à faire saillir le cuir chevelu en forme de couronne ou de bourrelet d'enfant. Enfin, on voit un peu partout des femmes parées de colliers de cuivre massif pesant de 6 à 8 kilogs. Ce collier est refermé sur le cou même de la patiente, en le martelant entre deux pierres.

Je n'ai connu que très peu de cas de mutilations des organes génitaux : dans les sultanats Zandés, un ou deux cas de castration prononcés par des chefs trop jaloux contre des gens de peu, qui avaient empiété sur leurs prérogatives conjugales. L'essorillement est une autre peine du même délit. Ce sont là des vestiges de l'ancienne occupation turque. La circoncision est assez rare et ne semble nulle part faire l'objet d'une pratique régulière, encore moins d'un rite religieux.

Ces exemples, qu'il eût été fastidieux de multiplier, suffisent à montrer que les races africaines craignent moins que nous la douleur physique, ou plutôt peut-être moins que nous ne la craignons maintenant. Car il semble bien, aux siècles passés, avant que des mœurs raffinées aient communiqué à notre système nerveux une impressionnabilité subtile et une sensitivité aiguë, que la vie encore rude, des usages encore grossiers et barbares, un état de guerre presque continu, une pénalité impitoyable et cruelle ne pussent s'allier qu'avec un sentiment de la douleur relativement émoussé. L'état actuel de nos Africains serait donc, à cet égard, comme une image de notre histoire passée.

[1] D'après quelques-uns, les cicatrices saillantes (kéloïdes), qui succèdent aux incisions pratiquées sur l'abdomen, auraient pour but d'accroître le plaisir pendant le rapprochement sexuel.

Du goût et de l'odorat, peu de choses à dire. Tout au plus pourrais-je signaler l'inconcevable appétit du Noir pour d'abominables cuisines, les charognes, les viscères pourris d'hippopotame et d'éléphant. Le seul souvenir soulève le cœur.

La vue et l'ouïe ne possèdent aucune des merveilleuses facultés dont les voyageurs et les romanciers ont doté les sauvages. Le nègre ne voit ni n'entend mieux que nous, même dans la brousse. Il est seulement plus habitué aux aspects et aux bruits de son pays. C'est l'éducation de ses sens, et non leur acuité, qui lui fait découvrir le gibier dans l'épaisseur du feuillage ou discerner le lointain appel du tambour de guerre. Nous ne lui cédons en rien sous ce rapport; nous reprenons même notre supériorité dès que nous avons adapté notre œil et notre oreille à ces conditions toutes nouvelles.

Fig. 2. — *Type Yakoma* (d'après une photographie de M. Liotard, gouverneur des colonies).

En règle générale, les indigènes de l'Afrique équatoriale trouvent à peu près partout une nourriture suffisante. Les grandes famines sont inconnues. Les plantes alimentaires, manioc, bananier, maïs, mil, arachide, varient suivant les régions, mais poussent presque spontanément ou n'exigent qu'une culture insignifiante. La chasse est hasardeuse dans les fourrés inextricables de la forêt comme dans les plaines d'herbes hautes, rudes et serrées. Les rivières offrent avec plus de libéralité d'excellents poissons, que l'on fume et qui sont l'objet d'un commerce important. L'occupation européenne a changé cet état de choses et créé la disette dans ces pays, où l'indigène n'a jamais eu d'autre souci que de se procurer le strict nécessaire.

D'ailleurs, son régime ordinaire est assez sobre et frugal. Il a l'estomac accommodant. Il jouit de l'abondance avec bonheur. Volontiers, il risquera l'indigestion, les jours de grande liesse. Dans les temps de misère, il supporte la privation avec philosophie. La nature toujours complaisante l'a gâté. A peu de frais, elle lui offre ses fruits, que mûrissent pour lui un sol toujours fécond, un climat toujours propice. Elle lui a si bien donné l'habitude d'assurer ses repas quotidiens qu'elle lui a laissé ignorer la vertu de prévoyance. Tant il en a, tant il en mange. Demain, on avisera. Dans les contrées plus ingrates, où l'alternative de saisons plus tranchées provoque une périodicité dans la végétation et où la culture ne produit qu'une récolte annuelle, l'homme montre déjà plus de prévoyance : il a inventé le grenier.

L'anthropophagie est couramment pratiquée dans l'Afrique centrale[1], même dans les contrées les plus riches en ressources alimentaires de toutes sortes, végétales et animales. Elle n'est donc point conseillée à l'homme par la privation, par le besoin impérieux et bestial de satisfaire la faim. C'est simplement affaire de goût, prédilection pour un gibier de choix. Chez quelques peuplades, cet usage a dégénéré et s'est transformé en une sorte de représailles. L'anthropophage n'est pas nécessairement, comme on le croit trop souvent, un homme féroce, un tigre altéré de sang, un monomane du meurtre. Je ne voudrais pas avoir l'air de réhabiliter une coutume exécrable. Mais, quoi qu'on en ait dit, il n'y a rien de commun entre le nègre mangeur d'hommes et notre dégénéré criminel. L'*uomo delinquente* est un anormal, un être hors nature, un déséquilibré, incapable de peser les conséquences du crime qu'il commet, ni de balancer les profits de

[1] Voir aussi sur le même sujet Dr Cureau : Notes sur l'Afrique équatoriale (*Rev. gén. des Sc.*, 12e année, p. 559).

l'acte avec le prix terrible dont il les paiera. Il y a là une aberration tellement évidente qu'on se demande si la société, en écrasant ce monstre, ne fait pas une œuvre d'épuration plutôt qu'un exemple, qui n'a jamais enrayé l'épidémie homicide. On craint pour sa vie dans les quartiers fréquentés par cette classe de dégénérés; on est en sûreté chez la plupart des anthropophages[1]. Il n'y a aucun rapprochement à faire entre ces deux types, placés l'un à la naissance, l'autre à la décadence des sociétés. Le premier relève de la pathologie sociale; le second est un produit sain et normal.

L'anthropophagie n'est donc point un instinct; c'est une coutume; elle dépend, sans mauvaise plaisanterie, d'une conception particulière, barbare et sauvage à coup sûr, des rapports avec l'étranger et l'esclave. Celui qui la pratique n'en est pas moins pour cela un homme doux, gai, enjoué, de relations agréables, au moins pour ses amis. Volontiers, il entreprend la guerre contre la tribu voisine pour y faire des prisonniers; faute de *casus belli*, il achète des esclaves. Puis il leur coupe la tête et les mange. Cela lui semble aussi naturel que pouvait le paraître, à un paisible bourgeois du XVIe siècle, un autodafé d'hérétiques, et c'est beaucoup moins cruel, car notre anthropophage ne fait pas souffrir sa victime.

Il n'y a pas de sa part méchanceté et perversité : c'est l'indifférence, le mépris pour l'étranger; c'est la guerre considérée au point de vue alimentaire, une extension de la chasse. Cette manière de voir est plus excusable et plus logique (Toussenel l'a déjà dit) que celle qui poussait le croisé à massacrer le Sarrazin et les *conquistadores* à faire manger les Mexicains par leurs chiens.

Fig. 3. — *Indigènes Batéké de Kimpila, près Brazzaville.*

Hâtons-nous de reconnaître que le cannibalisme est appelé à une prompte disparition. Au contact des autres tribus plus civilisées, l'anthropophage arrive très vite à en avoir une sorte de honte; il n'ose plus convenir qu'il se pratique dans sa tribu. Les progrès de notre occupation en amèneront peu à peu l'extinction.

En dehors de ces goûts spéciaux, localisés d'ailleurs à une partie de l'Afrique, les Noirs préfèrent leur cuisine à la nôtre. Nos domestiques nous volent parfois notre graisse et nos conserves de viande, mais pour les arranger à leur manière. Je ne sache pas que ceux mêmes qui préparent nos repas, qui mangent les restes de notre table, se

[1] Il faut excepter la tribu des Boudjos, sur le moyen Oubanghi. Encore sait-on à qui incombe la responsabilité des premières hostilités?

soient jamais approprié nos formules culinaires; ils préfèrent leurs mets traditionnels, le manioc, le poisson fumé, l'huile de palme, avec force condiments. Le repas terminé, on boit quelques gorgées d'eau; puis on se rince la bouche et l'on se frotte les dents avec l'index.

Le nègre raffole des boissons spiritueuses, moins pour le goût que pour l'ivresse qu'elles procurent. Partout où le commerce européen a pu introduire les liqueurs distillées, l'alcoolisme fait des ravages rapides. Ce sont des alcools de grains, le plus souvent de provenance allemande, où la rapacité des débitants ajoute les résidus les plus hétérogènes. J'en ai connu qui allaient jusqu'à verser dans la barrique des restes de lampe à pétrole. Sur toute la côte et déjà un peu dans l'intérieur, le poison, sous les noms variés de tafia, gin, *alougou*, *makou*, *meyokh*, *malafou*, se distribue en paiement et en gratification. Des populations entières sont tombées au dernier degré de l'abrutissement, de la déchéance physique et morale. Maints villages n'ont plus pour habitants que des dégénérés émaciés, stupides, hébétés, sans énergie, sans virilité, spéculant sur la prostitution des quelques femmes qui leur restent pour se procurer encore et toujours le poison qui les tue. Ils en arrivent à se priver de nourriture et à échanger leur ration contre l'inévitable tord-boyaux.

L'usage du tabac est universellement répandu, La pipe circule de bouche en bouche, le soir, autour du feu. Chacun aspire une longue bouffée et la passe à son voisin. Point d'abus de ce côté. Ce qui est pire, c'est l'usage, heureusement assez restreint, du *liamba* ou *Cannabis indica*, dont la fumée, prise en inhalations, donne aux habitués de véritables accès de frénésie. Ils deviennent dangereux; leurs camarades sont quelquefois obligés de les ligotter pour les empêcher de nuire.

III. — Instinct sexuel et vices.

L'instinct sexuel n'est, pour nos Africains, l'objet d'aucun mystère; ils s'abandonnent sans arrière-pensée aux penchants physiques que la Nature leur a donnés, n'ayant aucune raison sociale ou religieuse de les refréner. Le garçon, comme la fille, a le sens génital très précoce, peut-être à cause du climat, sûrement aussi à cause de la promiscuité des cases. Le Noir cache ses amours, mais il ne comprend pas la pudeur de la même manière que nous. Il est libre dans son langage, sans que cette liberté puisse être qualifiée logiquement de grossièreté ou d'obscénité, attendu que personne ne songe à s'en formaliser. Ne peut-on parler sans détour de choses naturelles, que tout le monde sait et voit, lorsqu'on n'en peut craindre aucune conséquence fâcheuse? La nudité est de règle partout pour les enfants jusqu'à six ou huit ans. Dans plusieurs contrées, l'abstention de tout costume est poursuivie au delà de cet âge pour l'un ou l'autre sexe, rarement, je crois même jamais, pour les deux sexes à la fois. Aussi le Noir ignore-t-il la pudibonderie, sentiment qui, s'il est dicté par des considérations d'ordre social fort respectables, n'en est pas moins purement artificiel. Il ignore de même cette passion de toucher, de lutiner, cet attrait des charmes cachés, dont raffolent tant de civilisés.

Presque partout, dans cette partie de l'Afrique, le mariage n'est point une cérémonie. L'acte essentiel et physique paraît si naturel qu'il ne semble pas exiger de consécration sociale ou religieuse. La nature parle; on lui obéit. Quand un homme prend femme pour fonder une famille, c'est moins une épouse qu'il amène dans sa case qu'une ménagère, ou plutôt une servante pour faire sa cuisine, charrier le bois, cultiver les plantations, nourrir les enfants. La femme, de son côté, a conscience de l'infériorité de sa condition. Elle sait que la maternité est sa fonction principale; elle ne songe point à s'y dérober; elle croit même y aider en se serrant la poitrine avec un lien, de manière à faire tomber les seins.

L'invasion de la race blanche a modifié cet état de choses. Tout y a contribué; la convoitise, l'appât d'un gain facile, l'attrait d'une vie plus douce, un milieu social déjà plus raffiné, et cette sorte de tendance, sur laquelle je reviendrai plus d'une fois, à ne nous emprunter que nos vices ou à dénaturer nos principes de la plus saine morale. En acquérant les dehors d'une pudibonderie ridicule, l'homme est tombé dans le proxénétisme et la femme dans la prostitution. Il est sans doute aussi permis de penser que, sur la côte, le raffinement trop vite atteint des conditions de l'existence, l'alcoolisme, une éducation relativement trop intellectuelle chez des sujets non préparés, ont provoqué une sorte de nervosisme maladif et, comme conséquence, les vices solitaires auxquels s'adonnent quelques individus des deux sexes. Je n'ai jamais entendu dire que ces pratiques soient aussi suivies dans l'intérieur, partout où un nombre à peu près égal de garçons et de filles assure à chacun la satisfaction de ses passions naturelles.

Dans certaines contrées pourtant, et en diverses circonstances spéciales, les femmes font défaut. Tel est le cas pour les pays Zandés; là les sultans de tout grade accaparent la presque totalité de la population féminine, dont ils se composent de vastes harems, sous la protection de peines sévères; les vassaux, les soldats et la canaille n'ont que le superflu des puissants. Ces mœurs sont des

vestiges de l'occupation turque, de même que la substitution à l'élément féminin de jeunes éphèbes, qu'un voyageur a, par un décent euphémisme, appelés *servants d'armes*. Ces jeunes garçons, les cheveux partagés avec art, les bras et le cou surchargés d'ornements, un pagne drapé autour des reins, le corps frotté d'huile, d'aspect gracile, se voient en grand nombre dans les zèribas. Les soldats ou *bazingers* en ont aussi de moins bien parés qui les suivent dans leurs expéditions (fig. 4). Ces *ndongotchi-la* portent le fusil du maître, sa natte, un petit sac contenant la pipe, les baguettes à faire le feu[1] et quelques poignées de farine de mil. Au campement, ils font la cuisine, préparent le petit ménage du bivouac et remplissent, en un mot tous les devoirs et toutes les fonctions de l'épouse absente.

Fig. 4. — *Domestiques de bazingers zandés.*

Ces mœurs se retrouvent en divers endroits quoique d'une façon moins constante et, si je puis dire, moins régulièrement organisée, dans les pays où les exigences de nos transports maintiennent les hommes de caravane et les pagayeurs éloignés de leurs villages pendant de longs mois, ce qui, soit dit en passant, n'est pas une des moindres causes de dépeuplement.

[1] Dans toute l'Afrique centrale, le feu s'obtient couramment par le frottement de deux baguettes d'un bois spécial, de la manière suivante : L'opérateur accroupi maintient sous son pied une des baguettes posée sur une lame de couteau. Cette baguette est creusée près de cette extrémité d'une petite cavité dans laquelle on fait reposer verticalement l'extrémité, d'avance légèrement carbonisée, de l'autre baguette. Celle-ci est serrée vers son extrémité supérieure entre les faces palmaires des deux mains. On lui imprime un rapide mouvement de rotation en la faisant rouler vigoureusement et l'appuyant fortement contre la cavité de l'autre baguette. Au bout d'un instant, il se détache une poussière de bois incandescente, qui tombe sur la lame de couteau. Cette cendre en ignition sert à enflammer une sorte d'étoupe très sèche, tirée de la bourre qui revêt le rachis des feuilles de palmiers. Il suffit de souffler pour faire jaillir la flamme. Par ce procédé, les indigènes parviennent à obtenir du feu presque aussi vite que nous avec nos allumettes; car ils y montrent une grande habileté.

IV. — Mobilité du caractère.

Un trait caractéristique domine toute la psychologie du nègre : c'est la mobilité, l'état superficiel d'impressions et de sentiments, qui effleurent seulement la conscience, sans y laisser d'empreinte profonde; c'est un défaut de permanence ou de mémoire intellectuelle et morale. J'aurai souvent occasion d'y revenir; mais il importait de le signaler dès le début de cette étude. Le nègre n'a ni le souvenir du bienfait, qui dicte la reconnaissance, ni le souvenir du mal, qui souffle la haine; il n'a ni le souvenir du danger, qui engendre la prudence; ni le souvenir de l'obstacle, qui fait l'obstination; ni le souvenir de la disette, qui conseille la prévoyance; ni le souvenir des faits, qui perpétue les traditions; ni le souvenir du bonheur, qui suggère l'espérance; ni le souvenir des douceurs du foyer, qui est le germe du patriotisme et, dans la captivité, exalte l'amour de l'indépendance. Il vit sous l'impression du mo-

ment, indifférent à l'enseignement d'un passé déjà oublié, sans souci de l'avenir. L'état présent, bon ou mauvais, efface toutes les joies et les peines de l'instant qui vient de finir. Si le présent est agréable, on s'en repaît au delà de la satiété; s'il est contraire, on le supporte avec résignation et sans réaction. On se laisse rouler par les événements comme par une force aveugle contre laquelle toute résistance est impossible. Ce fatalisme, cette fascination de l'état présent atteignent un degré vraiment extraordinaire. En voici un exemple caractéristique :

Sur le bas Oubanghi vivent des populations adonnées à l'anthropophagie la plus invétérée. Comme les guerres y sont rares, pour satisfaire leur goût, elles achètent à d'autres tribus des prisonniers, que l'on conserve avec beaucoup d'égards dans les villages jusqu'au moment de la consommation. Ce gibier humain ne manque, pendant ces jours d'expectative, d'aucune des douceurs qui peuvent embellir l'existence d'un Noir : point de travail, bon souper, bon gîte et le reste. Le patron d'un de nos vapeurs, s'étant arrêté dans un de ces villages pour y acheter des vivres indigènes, reconnut dans la foule qui couvrait la rive un homme étranger à ce pays, naguère engagé parmi l'équipage de son bateau, où il avait rendu d'excellents services. Interrogé, cet homme répondit qu'il était prisonnier dans ce village et destiné un jour ou l'autre à la marmite de ses maîtres. On lui proposa de l'enlever; un bond à faire de terre sur le vapeur, le village tenu en respect avec les fusils du bord : rien de plus simple. Il refusa, parce qu'il avait pour le moment toutes les jouissances de la vie. L'attente du couteau ne put l'ébranler. Le vapeur partit sans lui.

V. — Hommes des forêts, hommes des pays découverts.

Avant de poursuivre, il est nécessaire d'établir une distinction entre les races sur lesquelles porte cette étude. En le faisant, je ne redoute point le reproche, dont je parlais au début, de viser à une classification arbitraire. Les deux catégories — hommes de la forêt et hommes des pays découverts — sont des plus naturelles; elles marquent deux espèces géographiques comme deux espèces psychologiques. Nulle part peut-être n'apparaissent avec plus de netteté et plus d'évidence les rapports étroits entre l'homme moral et le milieu qui l'enveloppe. J'ai essayé de décrire dans un autre travail[1] la forêt et le caractère d'un de ses principaux habitants, le Pahouin : « Partout c'est l'épaisse forêt vierge, uniforme, silencieuse et monotone. Ici la broussaille abonde; ce sont de grandes plantes herbacées, des sortes d'amomes de trois à quatre mètres de haut, qui s'enchevêtrent dans le sentier et contre lesquelles il vous faut lutter pour vous frayer un passage. Plus loin le sous-bois s'éclaircit; vous circulez entre des fûts énormes et d'une prodigieuse hauteur. La marche n'en est pas plus aisée; il vous faut escalader leurs racines saillantes sur le sol, franchir les troncs couchés des géants qui ont succombé au temps; le pied glisse sur les feuilles entassées, s'enfonce dans un lit de bois pourri, trébuche dans des amoncellements de branches cassées. Pas un bruit, pas un mouvement. A part quelques toucans et touracos qui croassent avec fracas au-dessus de la voûte de feuillage, il semblerait que cette forêt n'est qu'un désert sans vie. Mais laissez passer vos hommes; restez seul et asseyez-vous immobile sur une grosse racine. Au bout de peu de temps, lorsque sera revenu le calme un moment troublé par le passage de l'escorte, vous aurez la sensation profonde d'une vie intense, mais en quelque sorte latente. Vous entendrez des bruits discrets, quelques pépiements timides de petits oiseaux, des chuchottements, des pas furtifs sur les feuilles sèches, des craquements de branches mortes, la stridulation des cigales, un grand froissement de feuillage dû aux ébats d'une bande de singes, le gloussement de leurs sentinelles, et, au-dessous de tout ce concert, comme la basse continue de cette harmonie en sourdine, le formidable grignottement de tout ce que la création a pu produire d'insectes de toute espèce et de toute grandeur. Mais ce monde animal semble participer au sentiment que vous éprouvez vous-même, le besoin instinctif de parler bas, comme dans la nef d'une cathédrale gothique. Les hautes voûtes du feuillage vous écrasent, l'humidité froide vous pénètre. La couleur sombre et l'énormité des fûts; les lichens, les cicatrices, les lèpres qui couvrent leur écorce et attestent leur âge séculaire; la demi-nuit éternelle qui règne sous ces bois découragent la gaîté et engendrent mélancolie et tristesse.

« La nature y est cruelle à l'homme. Elle ne lui offre pas la nourriture : car les fruits y sont pour la plupart coriaces et inaccessibles; la chasse est très hasardeuse. Elle lui refuse le soleil, source de vie et de joie. Pas d'herbe, pas même de mousse.

« Tout à coup, à deux pas de vous, un indigène apparaît sans que vous l'ayez entendu venir. On sait déjà aux alentours le passage de votre troupe, Le Pahouin, qui vous aborde, s'est approché avec précaution et n'a révélé sa présence que lorsqu'il s'est assuré de vos intentions pacifiques. Lui aussi

[1] Dr Ad. Cureau : Rapport sur les travaux de la Mission française de délimitation Congo-Cameroun. (*Revue coloniale*, janvier-février, 1903.)

il subit dans sa race la profonde impression mentale de la forêt. L'habitation continue de longues séries de générations sous ces voûtes sombres, parmi ces broussailles propices aux embûches, l'existence sans cesse disputée à la forêt, cette sorte de captivité dans une prison végétale qui enserre l'esprit et entrave la liberté du mouvement, ont donné au Pahouin la circonspection, la méfiance, les instincts barbares, le courage et un idiome qui, dans ses accentuations à la fois nasales et gutturales, reflète tous les instincts du rude homme des bois. Il n'est pas foncièrement méchant, certes, ni cruel. Il est anthropophage à l'occasion, mais seulement par représailles de guerre. Il se défie de tout; sa vie est une alerte continuelle.

« La police de la forêt est très bien faite. Il y a les espions qui étudient les mouvements de tout être insolite, animal ou humain. Il y a les intelligences entretenues parmi les tribus voisines et dans les postes européens. Il y a les tambours de guerre avec batteries conventionnelles. Il y a des sentiers cachés, dans lesquels, partant de sentiers frayés, on ne s'engage qu'en sautant par dessus un tronc d'arbre, une touffe de fougères, ou en rampant à plat ventre sous un épais buisson. L'existence inquiète du Pahouin l'a rendu sournois, menteur, circonspect, renfermé, de mauvaise foi. Sa conduite obéit à je ne sais quels intérêts obscurs, à quelles considérations tortueuses ».

L'homme de la forêt, sorti de ses taillis, mélangé aux autres hommes, ressemble à la chauve-souris que la lumière éblouit et aveugle. Il est inquiet et ombrageux; son esprit ténébreux clignote dans la vie libre et franche comme une paupière au grand jour. Il a hâte de retourner se gîter dans l'ombre de son humide patrie.

Fig. 5. - *La Sanga a Ouesso.*

Tout autre est l'homme des plaines et des grands fleuves. Ici la sublimité mystique des forêts fait place aux vastes espaces brûlés du soleil, aux larges horizons noyés dans des brumes dorées (fig. 5). Vous quittez les ténèbres, le silence, le recueillement, les buées lourdes et étouffantes. Voici devant vous l'étendue infinie, miroitant de tous les reflets d'une lumière éblouissante, où dominent à des tons suraigus le vert, le jaune et le rouge. La végétation a dépouillé sa majesté comme pour se rendre plus accueillante à l'homme et s'abaisser jusqu'à lui.

Elle tend ses rameaux, ses fleurs et ses fruits presque à la portée de la main. Ce n'est plus le géant qui domine et écrase: c'est un hôte qui sourit. L'air circule. Les poumons se développent. On a l'esprit soulagé, le cœur joyeux. La chaleur est intense, mais sèche et saine. Le soleil convie à la gaîté. L'atmosphère illimitée ranime les forces et l'expansion de la vie. La gent animale se montre sous son aspect le plus aimable : des bandes de perroquets tapageurs passent à tire d'ailes; des nuées d'oiseaux minuscules et multicolores sautillent d'herbe en herbe; des antilopes bondissent en sifflant.

L'homme subit aussi l'influence générale : il est gai, exubérant ; il aime le bruit et les chants. Sa drôlerie, son enjouement lui font souvent pardonner ses vices. Volontiers il est naïf, confiant, hospitalier; un peu plus, il serait honnête en affaires; il ne manque point de générosité ; il est enclin à la farce; il saisit avec un rare talent de malice et d'observation le côté comique des gens et des choses. Il semblerait que, se sentant libre sous la voûte du ciel, il ait le geste plus large et l'allure plus dégagée que son congénère de la forêt. Il n'est pas méfiant, tant qu'il n'a pas été trop souvent trompé. Il est relativement loyal et tient ses engagements aussi longtemps qu'il ne les a pas oubliés. Son langage est sonore ; la multiplication des voyelles et des labiales lui communique un caractère enfantin, qui correspond bien au reste du personnage.

Fig. 6. — *Le Ngoko, affluent de la Sanga.*

Après avoir marqué les deux types généraux les plus tranchés des races que nous étudions, essayons maintenant d'esquisser les traits communs de leur psychologie, en signalant au besoin les déformations qu'ils subissent chez l'un et l'autre type.

VI. — Égoïsme et altruisme.

Les sentiments affectifs sont quelquefois vifs, quoique généralement peu durables. Un certain nombre de langues expriment par un même vocable les mots *aimer* et *vouloir*, *désirer* ; ce qui tend à indiquer la complète absence d'idéal dans l'amour. C'est presque toujours vrai. Pourtant, si l'amour pur exige une abstraction et un idéalisme incompatibles avec l'essence éminemment concrète de nos primitifs, si l'amour platonique est inconcevable pour eux, l'affection réelle et profonde ne leur est pas non plus étrangère. J'en ai vu plus d'un exemple. J'ai connu chez les Pahouins des histoires de vendettas, issues de l'enlèvement d'une femme par son amoureux, en vue de la soustraire à la tyrannie d'un père et à la recherche d'un prétendant abhorré. Dernièrement, sur le Ngoko, j'ai assisté au tableau touchant de deux amants assis sur la place du village, se tenant embrassés dans la pose la plus abandonnée, et chez lesquels les regards, l'attitude, le geste, le silence même parais-

saient dénoter déjà quelque chose de plus que l'instinct purement charnel.

L'amour maternel est, comme partout, chez les animaux et les hommes, composé de soins, d'attentions et d'abnégation ; le dévouement de la mère pour son enfant est entier et de tous les instants. Le père montre beaucoup moins de tendresse. Parfois, il se laisse aller à prendre son rejeton dans ses bras, à le faire marcher ou jouer. Il le cajole et le dorlote volontiers à ses heures. Mais il ne s'attarde jamais très longtemps à ces scènes d'expansion. L'enfant reste attaché à son village et à ses parents, surtout à sa mère, tant qu'il est en bas-âge et que sa faiblesse lui conseille d'y rechercher un appui. Dans la suite, il se détache peu à peu de sa famille. C'est, il est vrai, l'histoire de l'humanité tout entière. Dans les races plus élevées, l'adulte garde au foyer une douce reconnaissance de la protection et des soins que son enfance y a goûtés. Chez le Noir, c'est presque l'oubli de la bête. J'ai entendu des femmes le constater avec mélancolie : « Vois comme mon enfant est gentil avec moi maintenant; plus tard, il ne connaîtra même plus sa maman ».

Fig. 7. — *Types de femmes pahouines.*

Là comme partout, chez les anthropophages comme chez les tribus les plus douces, la femme montre une tendance marquée à la sentimentalité, au caprice, à la jalousie. Elle cherche à plaire à sa manière; elle aime la parure (fig. 7); les éloges sur sa beauté la flattent; la plus affreuse mégère n'y est pas insensible. Elle affectionne les petites choses : petits chiens, petits oiseaux. Elle minaude en les caressant. Ce sont les équivalents de ce qui se dit chez nous en pareille circonstance : « Qu'il est mignon, ma chère ! » Qu'une mère passe dans un village avec son marmot : chacune à son tour veut prendre l'enfant, le tenir dans ses bras, le pouponner, le faire sauter[1]. Voilà un tableau qui ne change pas avec les latitudes. Une cannibale, qui vient de déguster un morceau humain, en est tout aussi capable que la plus sensible de nos civilisées.

Entre femmes d'un même village, surgissent, tout comme chez nous, les rivalités, les commérages. Ces dames sont très cancanières. La malice s'en mêle. Les propos sont grossis et rapportés par les bonnes âmes. Les épithètes les plus malsonnantes, équivalant à *mauvaise femme* et à *chipie*, s'échangent. Sitôt prononcées ces apostrophes fatales, quelles colères se déchaînent! Quels cris de fureur, quelles invectives entre les deux camps! Nos commères en viennent aux mains, pour laver l'injure dans une maîtresse raclée. Les époux se montrent enfin et mettent les partis d'accord en sévissant magistralement chacun de son côté.

Les sentiments affectifs sont superficiels et

[1] Les nègres ignorent complètement le baiser.

empreints de la mobilité du caractère noir. Les regrets ne survivent pas longtemps à la perte d'un parent. Autant les manifestations en sont bruyantes, autant elles sont éphémères. Le premier soin de la femme qui a perdu son mari est de parcourir les villages d'un pas précipité, en poussant des lamentations, des hurlements pitoyables, et chantant sur une sorte de rhapsodie funèbre l'évènement fatal et l'éloge du mort. Les cérémonies varient avec les tribus; je n'ai point à en parler ici. Mais un trait commun à toutes les races est la facilité avec laquelle les femmes les plus étrangères au défunt trouvent des larmes pour le pleurer. Et l'on verse de vraies larmes. Qu'un farceur vienne à jeter un mot plaisant dans l'assemblée, tout le monde éclate de rire. L'hilarité passée, chacun se ressaisit, se souvient pourquoi il est là, et reprend ses chants plaintifs et ses torrents de larmes. Cette excessive mobilité dans un sujet qui nous paraît si grave produit sur nous la plus bizarre impression. — L'homme pleure peu ou pas.

Amitié, haine, deux sentiments superficiels comme le reste. A ce degré d'inconsistance, la haine, perdant son caractère essentiel de ténacité, n'est plus que l'effet d'une crainte plus ou moins passagère, d'une défense d'intérêts essentiels à la vie.

De même, l'amitié ne dépasse pas sensiblement la simple camaraderie. Les mots *ndégo*, *ndéku*, *nduo*, *ndiku*, tous dérivés de la même racine bantou, paraissent se rapporter plutôt à l'acception de « camarade » qu'à celle d' « ami ». Les événements rapprochent deux hommes; il s'établit une liaison momentanée d'intérêt et de protection. Ils sont tout entiers l'un à l'autre; c'est l'entente la plus étroite. La disparition du danger, un revirement dans l'état de leurs affaires les désunit, les rend bien vite étrangers l'un à l'autre. Si l'on vient à se revoir, ce seront des cris de joie, des démonstrations bruyantes.

Les façons de saluer varient suivant les endroits. La poignée de mains est pratiquée presque partout, mais dans une étreinte molle ; elle est accompagnée souvent de diverses simagrées. Il existe également des formules verbales pour saluer et répondre à la politesse. Cependant, le Pahouin n'en possède pas; en revanche, il assied son ami sur ses genoux et le tient embrassé. La plus grande politesse est de convier l'ami à partager le repas : cela est fort important dans un pays où la préoccupation alimentaire domine toutes les autres. L'usage en est resté chez nous, bien que la raison première, commune à tous les primitifs, ait disparu au milieu de notre aisance.

Quoi qu'il en soit de toutes ces manifestations affectives, le mobile primordial, qui les dicte chez tous les humains, apparaît ici dans ce qu'il a de naïf et de rudimentaire. L'amitié est à peine dégagée du sentiment égoïste, qui pousse à rechercher ou à aimer quelqu'un pour soi-même, pour le plaisir qu'il vous fait éprouver, pour le service qu'il peut vous rendre. D'autres fois, il se borne à un souvenir vague de relations agréables et d'obligations réciproques. Pourrait-on dire que le fondement de l'affection se soit épuré à un même degré dans toutes les catégories de nos sociétés policées, que le personnalisme ne joue pas encore un rôle prépondérant dans les relations de la plupart des hommes et que le plus grand progrès réalisé, progrès sérieux du reste, parce qu'il tend à suggérer lentement un sentiment plus idéal, ne consiste pas surtout à prendre les apparences d'un désintéressement de convention? Dans la hiérarchie des races, les instincts altruistes s'épurent avec le rang qu'elles occupent. Chez le primitif, amitié, gratitude, pitié, cèdent à de faibles considérations personnelles. Parmi les civilisés, on trouve tous les degrés : la plupart ne sont capables de sacrifier à autrui que des jouissances ou des intérêts sans portée pour leur propre existence. Quelques privilégiés atteignent l'abnégation et subordonnent leurs propres intérêts aux considérations d'humanité.

Donc, placé à l'un des échelons inférieurs de la série humaine, notre Africain professe l'égoïsme avec candeur et naïveté. Bien sévère ou bien léger qui le lui reprocherait. Elément presque isolé de sociétés diffuses sur d'immenses territoires, il n'est retenu à ses plus proches concitoyens que par des liens assez lâches, par la seule dose de solidarité nécessaire pour triompher des forces naturelles, s'armer contre les intempéries, vaincre l'infécondité du sol, enrayer l'envahissement de la végétation, repousser les attaques terribles des plus petits êtres de la gent animale. Ainsi, livré presque complètement à ses seules forces, l'homme a dû apprendre à n'espérer qu'en lui-même; et, d'ailleurs, le groupement dont il fait partie est si exigu qu'il ne semble qu'une extension très étroite de ses parties composantes. Chacun apprend dès le plus jeune âge à agir pour son propre compte, à ne rien attendre d'autrui, et conséquemment à ne pas lui offrir ses services. Le danger commun, lorsque le village est menacé, réveille un peu le sentiment de solidarité. Ainsi l'altruisme apparaîtrait comme une sorte d'extériorisation de la personnalité d'abord, puis comme un développement de la solidarité, dont le mobile primitif, avec le progrès moral de l'humanité, devient de plus en plus éloigné et indistinct.

Chez nos sauvages, la communauté veut être payée de l'aide qu'elle donne à chacun de ses

membres. Les incapables, à quelque titre que ce soit, en sont impitoyablement rejetés. On n'y connaît point encore, comme dans nos civilisations plus soucieuses de sentimentalité que de préservation sociale, l'art chimérique de faire vivre, en dépit de la Nature et en dépit d'eux-mêmes, tous les sujets dont les tares physiques ou morales corrompent la santé publique, compromettent la conscience générale et entravent l'évolution normale des idées. Ici la loi de sélection s'exerce avec la rigueur de l'inexorable Nature. L'homme sans famille, faible, vieux, inhabile à jouer son rôle dans la communauté et à s'y imposer, l'étranger malade n'a droit à aucune pitié. Il est abandonné dans un coin comme un chien galeux; il est bafoué, honni; il vit dans la pourriture, sordide, couvert de plaies repoussantes, fréquenté des seules mouches et de la vermine, vivant d'immondices, de terre broyée, des restes des autres, cuisinés salement dans des fragments de poteries cassées. Avec le fatalisme propre à sa race, il est résigné; il a conscience de son inutilité et de son abjection; il ne cherche point à s'en tirer et subit passivement le mépris général. Un jour, on le trouve mort sur son fumier.

Il y a des revirements et des inconséquences dans l'esprit de l'homme, même noir. Je suis arrivé quelques rares fois, violentant le préjugé naturel, à éveiller un éphémère sentiment de pitié pour un misérable de ce genre, qui avait déjà essuyé une bordée de risées et de lazzi. « Si tu devenais un jour vieux et malade comme cet homme, tu serais heureux qu'on te donnât un peu à manger ». Sans trop de résistance, on convenait que le Blanc n'avait peut-être pas tort et l'on abandonnait quelques victuailles au malheureux.

Le Noir n'a pas un instinct bien profond de la bonté. Cela fait qu'il n'en pénètre pas davantage le mobile chez nous. S'il était capable de réflexion et d'analyse, nous lui paraîtrions une fois de plus sur ce point tout à fait extraordinaires. Comment peut-on rendre à autrui un service non justifié par une raison de réciprocité immédiate? La bonté même que nous pouvons lui témoigner, soit par un sentiment de naturelle bienveillance, soit par le désir de nous assurer sa reconnaissance, il la comprend si peu qu'il n'en est même pas surpris. Il l'accepte telle qu'elle se présente, après avoir constaté admirativement que « le blanc est bon ». Bien plus, il paraît croire parfois que c'est nous qu'il oblige en acceptant nos services; que, en raison de notre supériorité comme intelligence et moyens d'action, il peut tout attendre de nous. C'est un peu, si l'on veut, comme le dévot qui ne craint pas de lasser l'inépuisable générosité de son dieu. Bien des voyageurs ont joué leur rôle dans la petite anecdote suivante : donner des soins à un malade; puis, la chose faite, le voir attendre : — « Que veux-tu encore? » — Sur quoi cette réponse inconcevable : — « Tu ne me donnes pas un cadeau? » — Dans le même ordre d'idées, un marchand vous demandera sans vergogne un cadeau pour le récompenser de vous avoir vendu quelque chose.

Les rudiments altruistes du nègre s'adressent d'abord à son entourage immédiat, aux êtres qui lui tiennent de plus près, auxquels il est intimement lié par des intérêts de sécurité et d'alimentation. En thèse générale, il se montre assez dur pour autrui, surtout pour qui n'appartient pas à sa famille, à son village, à sa tribu. Il n'est pas prudent de s'écarter du cercle le plus étroit des siens, lorsqu'on n'est pas en troupe suffisamment nombreuse ou que l'on n'est pas protégé par une sorte de pacte d'intérêts supérieurs. On y court le risque de perdre la liberté dans l'esclavage, ou de tomber victime de quelque vieille vendetta.

Il y a pourtant des peuples voyageurs. La plupart sont voisins des rivières et grands navigateurs. Le trafic ou la pêche les entraînent parfois à des distances considérables de leurs villages. Comme ils sont producteurs ou commissionnaires d'articles n'existant pas chez les peuplades qu'ils visitent, la sauvegarde relative de leur personne et de leurs biens repose sur l'intérêt que leurs clients ont de ménager leurs fournisseurs attitrés. Un abus de confiance, une querelle risque de compromettre des relations profitables aux deux parties. C'est la sanction la plus élémentaire de l'honnêteté en affaires. Que deviendraient les Batéké et les Bakongo, si les Bafourou, grands commis-voyageurs du moyen Congo, ne leur apportaient poisson fumé, cabris, ivoire, esclaves? Que deviendraient les gens de l'intérieur, si les mêmes intermédiaires ne revenaient du Stanley-Pool avec les cauris, les perles, le laiton, le sel, les étoffes? Dans ces conditions, les grandes pirogues des Bafourou, leurs équipages et leurs chargements ne sont-ils pas choses sacrées pour tous[1]?

A part ces rares tribus voyageuses, les autres sont sédentaires par nécessité géographique, et casanières par crainte de leurs voisines. La circulation est malaisée pour le Noir en Afrique. Il faut voir avec quelle âpreté le Pahouin défend les routes terrestres ou fluviales qui relient la côte à l'intérieur! Nul seigneur féodal ne préleva si exactement les droits, dîmes et péages. Il achète tout au passage pour se réserver le droit de revendre plus

[1] La pénétration du commerce européen dans l'Afrique centrale a déjà modifié cet état de choses en rendant inutile l'intermédiaire des peuples commerçants. Il sera curieux d'étudier ce que ceux-ci seront devenus dans quelques années, et comment leur fonction traditionnelle se sera modifiée.

loin à un prix plus élevé. Qu'on ose tenter d'échapper à son intermédiaire et de ne pas payer le tribut à ses exigences!

Le nègre est cependant curieux du langage, du costume et des mœurs des autres peuplades, mais avec une nuance marquée de supériorité et de mépris. Le nouveau lui paraît presque toujours absurde. De son égoïsme naïf, de l'étroitesse et de la mesquinerie de ses préoccupations journalières, de l'infantilisme de son caractère, naissent la vanité, la prétention, la sottise, la despotivité. Personne n'a tant de mépris et aussi peu de pitié pour un nègre qu'un autre nègre, qui se suppose quelque supériorité sur son frère en couleur. Un veston brodé, un chapeau galonné, un simple et unique soulier percé marque déjà la différence. Jugez un peu son importance, lorsqu'il est investi de fonctions officielles, agent de police, écrivain d'une administration ou même simple domestique dans une bonne maison. Il toise avec condescendance ses camarades moins favorisés; ceux-ci le lui rendent en admiration.

Mon boy se targue de sa position privilégiée vis-à-vis des gens de ma caravane et de mon escorte; il promet d'employer son influence et la fait, au besoin, payer. Un vieux képi pose tout de suite un homme aux yeux du village entier. C'est quelque chose comme l'auréole de considération qui rayonne autour d'un vieux bureaucrate décoré des palmes après trente ans de services. L'amour si humain des distinctions honorifiques sévit là-bas comme ici. Quelques peuplades ont même des insignes caractéristiques de la dignité des chefs. Chez les Batéké, où il existe une hiérarchie bien établie, les grades se distinguent par de larges colliers en cuivre de formes variées (fig. 8) et par des bracelets formés de deux ou trois métaux entrelacés. Chez les

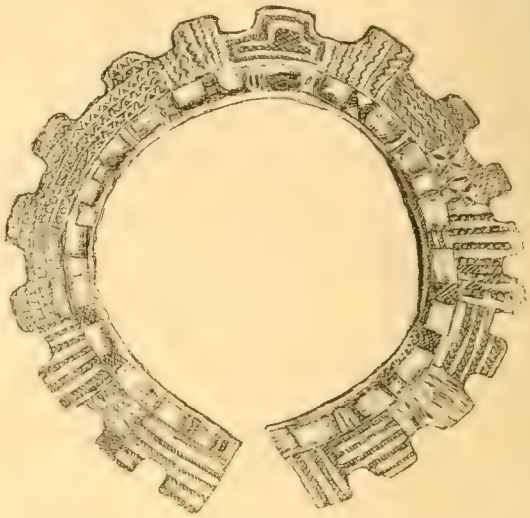


Fig. 8. — *Collier de chef batéké.*

Bakongo, les signes de l'autorité suprême sont un hamac porté par deux hommes et un parapluie rouge.

Dans un deuxième article, nous étudierons les manifestations de l'intellectualité chez les Noirs.

Dr Ad. Cureau,
Administrateur en chef des Colonies.

CONSERVATION ET UTILISATION DE L'ÉNERGIE

DEUXIÈME PARTIE : APPLICATIONS ET ANALOGIE MÉCANIQUE

Dans un précédent article[1], nous avons énoncé les règles générales qui permettent de prévoir le sens des transformations conformément aux principes de la Thermodynamique.

On peut montrer par des exemples simples comment on appliquera quelques-unes des règles précédentes.

I. — Applications.

Premier exemple : *Variation de volume.* — Dans un vase ayant 1 mètre cube de capacité, on introduit une ampoule contenant 1 centimètre cube d'éther liquide; le tout étant maintenu à la température constante de 15°, on brise l'ampoule : on demande ce qui se produira.

L'expérience nous indique que l'éther se vaporise, et cette action, loin de dégager de la chaleur, produit une absorption de calorique, car, pour maintenir la température constante, il faut fournir de la chaleur; elle se réalise néanmoins.

On voit d'abord qu'elle est conforme à la loi corrélative de la loi de G. Robin : le volume est supérieur à celui qui correspond à l'équilibre, la modification doit être de la même nature que celle qui produit une augmentation de pression; c'est une vaporisation.

Montrons maintenant qu'elle est conforme à la loi générale en envisageant, soit les quantités de chaleur, soit le travail produit; servons-nous ici du

[1] Voyez la *Revue* du 30 juin, t. XV, p. 584 et suiv.

travail; il faut, en général, que le travail produit soit inférieur à celui qui serait produit par la voie réversible isothermique qui réaliserait le même changement; or, ici le travail produit a été nul, la transformation s'opérant dans le volume invariable de 1 mètre cube; il suffit donc de montrer que le travail produit par la voie réversible isothermique est positif.

Or une telle voie existe qui permet de faire cette constatation :

On considère d'abord l'éther liquide (1 centimètre cube) au fond d'un cylindre, comprimé par un piston sur lequel s'exerce la force nécessaire pour qu'il soit liquide dans l'état même où il se trouvait initialement dans l'ampoule (fig. 1).

Diminuons graduellement le poids; l'éther décomprimé se dilate d'abord, jusqu'au moment où, la pression atteignant la force élastique maximum à 15°, la vaporisation commence; à ce moment, en imaginant que la transformation se poursuit à tem-

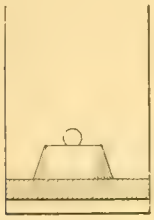


Fig. 1.

Fig. 2.

pérature constante, le poids (qui demeure invariable) continue à être soulevé (phase des équilibres indifférents) ; à partir du moment où le liquide est entièrement vaporisé, diminuons à nouveau le poids : le volume continue à croître (loi de Mariotte), et nous arriverons finalement à donner au cylindre un volume de 1 mètre cube : c'est l'état final (fig. 2); au cours de cette opération, un poids, qui va d'ailleurs en décroissant constamment, a constamment été soulevé, et du travail positif extérieur a été produit au cours de cette transformation réversible, dont la possibilité par voie irréversible nous est ainsi expliquée.

2e exemple : *Variation de pression* (*diminution*). — Considérons un cylindre contenant, comme dans l'exemple précédent, 1 centimètre cube d'éther liquide, comprimé par un piston soutenant comme tout à l'heure le poids P; on diminue brusquement ce poids pour le remplacer par le poids p, qui, pour simplifier, sera le même que celui que l'on considérait à l'état final de l'exemple antérieur; la température étant supposée constante, on veut voir comment le sens de la modification, aisée à préciser par le théorème de Robin, est d'accord avec la règle thermodynamique.

Il suffit de montrer que le travail externe recueilli au cours de cette modification est inférieur à celui que l'on recueillerait par la voie réversible isothermique. Le travail produit provient de l'ascension du poids p entre sa position initiale et sa position finale; quant à l'autre terme, c'est précisément celui que nous avons calculé; dans la transformation réversible isothermique, le travail provient de l'ascension *entre les mêmes limites* d'un poids qui diminue de P à p, mais qui est constamment supérieur à p; donc le premier travail est nécessairement plus petit, ou encore la quantité de chaleur dégagée sera plus grande dans le premier mode que dans le second, puisque la somme du travail produit et de la chaleur dégagée doivent former un total constant qui correspond à la variation de l'énergie interne; comme, en réalité, on doit fournir de la chaleur, on en fournira moins par le premier mode irréversible qui se réalise.

3e exemple : *Variation de pression* (*augmentation*). — Considérons comme état initial l'état final réalisé dans le deuxième exemple; le piston est surmonté par le poids p, que l'on remplace brusquement par le poids P : le phénomène réalisé est encore prévu par la loi de Robin; il est aussi d'accord avec la règle générale, car le travail accompli provient de la descente du poids P; mais ce n'est pas un travail accompli contre les forces extérieures; il est ici négatif; d'autre part, au cours de la modification réversible isothermique, qui est précisément celle qui a été décrite, mais qui doit être prise en sens inverse, le travail accompli ainsi par les forces extérieures (et qui est aussi négatif), provient de la descente entre les mêmes limites d'un poids qui va en croissant de p à P, mais qui est toujours inférieur à P; il est donc plus petit en valeur absolue que l'autre travail; mais, en tenant compte du signe, c'est le travail exécuté au cours de la transformation irréversible qui sera le plus petit, et la chaleur dégagée pendant cette même modification sera plus grande que celle qu'on recueille effectivement (car il y a bien ici dégagement de chaleur) au cours de la transformation réversible[1].

[1] Les exemples que nous avons cités jusque-là sont empruntés à des modifications physiques simples, afin d'indiquer simplement ce qui est relatif à la transformation réversible; il est vrai qu'on introduit d'habitude dans l'énoncé du principe du travail maximum une restriction qui ne le rendrait applicable qu'aux transformations chimiques; mais c'est là une distinction artificielle qu'il n'y a pas lieu de maintenir. Tous les travaux modernes ont montré que le domaine physique et le domaine chimique ne sont pas distincts, qu'ils se pénètrent l'un l'autre au point qu'on est souvent embarrassé pour définir une transformation et lui appliquer le qualificatif de physique ou de chimique. Peut-on croire que les principes valables pour un changement d'état comme la fusion ou la vaporisation ne seront plus applicables à une transformation allotropique ou à une dissociation? Nous aurions pu, d'ailleurs, dans les

4e exemple : *Déplacement de l'équilibre par variation de pression.* — Si l'on imagine de la vapeur d'eau partiellement dissociée en hydrogène et en oxygène à haute température, et que, maintenant cette température constante, on fasse augmenter légèrement la pression, le sens de la variation produite dans le système nous est donné par la loi générale; la modification qui se produit tend à diminuer le volume, c'est-à-dire à favoriser la combinaison de l'hydrogène et de l'oxygène pour donner de la vapeur d'eau; la dissociation sera moins accentuée.

De même, si l'on met en présence du chlore, de l'hydrogène et de l'oxygène, qui donnent lieu à un état d'équilibre avec production limitée d'acide chlorhydrique et d'eau, l'augmentation de pression favorisera l'action de l'oxygène sur l'acide chlorhydrique pour donner du chlore et de la vapeur d'eau dont la proportion augmentera :

$$\underbrace{2\,HCl + O}_{3\ \text{vol.}} = \underbrace{H^2O + 2\,Cl}_{4\ \text{vol.}}.$$

5e exemple : *Variation de température sous volume constant (diminution).* — Dans un vase on a de la vapeur d'éther à la tension maximum à 20°; sans changer le volume du vase, on l'amène brusquement à 10° : l'action qui se produit et qui est une condensation est conforme au théorème de M. Moutier ou au théorème corrélatif; la modification produite est celle qui dégagerait de la chaleur si elle s'accomplissait dans les conditions d'équilibre; c'est une condensation, et d'ailleurs elle dégage effectivement de la chaleur, l'expression de la chaleur dégagée conservant ici un signe constant malgré les variations des conditions réalisées.

6e exemple : *Variation de température sous volume constant (augmentation).* — Dans un vase clos, on a du carbonate de chaux partiellement dissocié à haute température en présence de ses éléments; on élève la température de 100° sans changer le volume. En vertu des mêmes théorèmes, il doit se produire une nouvelle décomposition du carbonate de chaux, si la chaleur de formation du corps continue à être positive dans ces nouvelles conditions; la dissociation s'accentue.

S'il s'agissait d'un corps formé avec absorption de chaleur et dont la chaleur de formation garderait un signe constant dans l'intervalle considéré, l'élévation de température favoriserait sa formation; elle diminuerait la dissociation.

Les derniers systèmes que l'on vient d'envisager étaient univariants : c'est pourquoi nous considérions des variations de température sous volume constant; nous aurions pu aussi bien envisager des systèmes plurivariants, et dans ce cas on peut imaginer que la pression reste invariable, comme dans le dernier cas que nous examinerons.

7e exemple : *Variation de température sous pression constante.* — On considère de la vapeur d'eau partiellement dissociée, en équilibre à haute température; sans faire varier la pression, on élève la température. La loi du déplacement de l'équilibre nous indique que la modification absorberait de la chaleur; si donc la chaleur de formation de l'eau garde son signe, une nouvelle quantité de vapeur d'eau se dissociera.

Au contraire, un composé formé avec absorption de chaleur présentera dans ces conditions une diminution dans sa dissociation.

En résumé, nous pouvons dire que la production d'un phénomène n'est pas liée au signe de la chaleur mise en jeu, puisque nous assistons tantôt à des dégagements, tantôt à des absorptions de chaleur, pour des actions réelles dont la possibilité nous est indiquée par un principe plus général.

II. — Analogie mécanique.

On peut aussi, pour faciliter l'intelligence de cette théorie, faire une comparaison avec le cas d'un corps pesant abandonné à lui-même sur une pente irrégulière, par exemple sur le versant d'une colline présentant une série de dépressions dont les minimas sont en des points α_1, α_2, α_3, situés en des plans différents.

Le corps, placé en un point α quelconque, ne serait en équilibre que si l'on exerçait une certaine action extérieure; en l'absence de cette condition, il ne sera pas en équilibre, tandis qu'il y serait s'il occupait une des positions α_1, α_2...; abandonné à lui-même, il ne pourra jamais parvenir en certains de ces points α_1, α_2, α_3, dont le niveau est supérieur au sien; *il pourra*, au contraire (si toutefois il existe des lignes de communications), arriver de lui-même en α_2, ou en α_4..., dont la cote est inférieure à celle du départ.

Pour traduire cette possibilité, nous dirons qu'une certaine grandeur, la différence des altitudes initiales et finales, doit être positive. On peut donc employer une pareille représentation graphique pour mettre en évidence la chaleur transformable, qui, elle aussi, doit être positive; dans ce cas, le point figuratif devra toujours aller en descendant.

Mais si, en même temps, on a en vue le cas d'un corps pesant, cette comparaison un peu trop simple

exemples précédents, parler non pas de la vaporisation de l'éther, mais envisager une action chimique telle que la décomposition du carbonate de chaux donnant de l'acide carbonique et de la chaux : les raisonnements et les conclusions seraient identiques. Nous devons penser, en somme, que les mêmes lois doivent régir toutes ces actions.

présente un inconvénient que nous devons immédiatement signaler : la grandeur qui doit être ici positive, et qui représente la chaleur transformable, n'est autre que la différence des cotes ; or, dans le phénomène mécanique, le signe de cette différence entraîne le signe d'une autre quantité qui lui est liée, le travail produit ; cette conséquence, qui provient au fond de ce que, dans l'image choisie, les forces (pesanteur) dépendent d'un potentiel, et qu'en fixant alors le point de départ et le point d'arrivée on détermine ainsi le travail, pourrait laisser croire que le travail externe doit toujours être positif ; ce serait, dans le cas des phénomènes physiques ou chimiques, une interprétation erronée introduite par la double signification que revêt, dans le phénomène mécanique, une grandeur dont nous ne devons envisager qu'un aspect. D'ailleurs, la chaleur transformable mise en jeu au cours du changement n'est pas déterminée seulement par la connaissance des états extrêmes ; elle dépend aussi des intermédiaires, c'est-à-dire de toute la série des états qui constituent la modification. Aussi, pour serrer de plus près la comparaison, nous allons compliquer un peu notre hypothèse.

Imaginons que, parmi tous les chemins qui mènent en général d'un point à un autre, de M en N, il y en ait un qui soit constitué par une série d'états d'équilibre ; il suffira, pour cela, de supposer que, par cette voie, il y a constamment équilibre entre la force qui tend à faire descendre le corps et d'autres forces antagonistes qui le soutiennent, par exemple, la tension d'un ressort ou encore un poids identique soutenant le premier corps par l'intermédiaire d'un fil ou d'une poulie ; par une telle voie, le corps n'aura aucune tendance à passer de lui-même ; si on l'y conduit néanmoins, il y circulera d'une façon aussi lente que l'on voudra, en produisant à chaque instant un travail extérieur qu'on utilisera pour tendre les ressorts ou pour soulever le contre-poids. Dans ces conditions, le corps atteindra le point d'arrivée sans vitesse acquise et en ayant fourni un certain travail externe. Cette voie représentera le mode réversible, qui est en quelque sorte idéal, c'est-à-dire qui n'a jamais tendance à se réaliser de lui-même.

Mais, en dehors de cette voie, il y aura, en général, une foule d'autres chemins permettant d'aller de M en N ; ce seront, pour poursuivre la comparaison, les sentiers plus ou moins escarpés qui sillonnent le flanc de la colline ; par ces voies irréversibles, le corps pourra s'engager directement, entraîné par la pente sur laquelle il se trouve, et, au cours de sa descente, s'il n'accomplit pas de travail externe, il acquerra une certaine force vive : mais si, pour conserver les analogies avec le domaine chimique (hors le cas des explosions), il n'y a pas de force vive, c'est-à-dire de variations de vitesse, par suite d'un phénomène analogue à l'adhérence ou au frottement, le corps restituera cette portion de l'énergie sous forme de chaleur ; au cours de son trajet, d'ailleurs, il pourra rencontrer des mécanismes (roues, turbines...) qui l'amèneront à produire du travail externe en quantité plus ou moins considérable, suivant leur degré de perfection, et cela diminuera d'autant la chaleur qu'il donnera finalement ; mais, en somme, pour qu'il puisse se rendre en N, il faudra qu'il n'y ait pas équilibre entre les forces qui entraînent le corps et les forces antagonistes ; il prendrait donc, sous l'impulsion de la résultante de ces actions, une certaine vitesse, c'est-à-dire acquerrait une force vive transformée en chaleur, qui diminuera d'autant le travail externe qu'il aurait pu produire par sa descente équilibrée sans vitesse sensible.

Il aura donc, en résumé, produit un travail externe inférieur au travail corrélatif à la modification par voie réversible, et la transformation de ce déficit de travail aura donné un dégagement positif de chaleur [1].

En compliquant ainsi notre hypothèse, nous avons introduit une nouvelle quantité dont le signe détermine le phénomène et qui doit remplacer la considération des altitudes ; dans cette façon de voir, ce n'est plus la différence des cotes qui entraîne la possibilité du changement, et en particulier la descente de M en N ne se produirait pas d'elle-même si la voie réversible était la seule par laquelle elle puisse s'effectuer, bien que la cote de N soit inférieure à celle de M ; ce qui rend possible ce déplacement, c'est l'existence d'un chemin par lequel le travail externe produit est inférieur à celui qui serait obtenu par une autre voie, ce qui entraîne un dégagement positif de chaleur par le premier chemin. Bien plus, on doit considérer alors qu'une ascension serait possible s'il existait une voie par laquelle cette ascension exigerait moins de travail que par la voie reversible et par laquelle alors la chaleur fournie serait moindre ; un tel chemin n'existe pas dans notre image mécanique ; nous en avons, au contraire, rencontré des exemples

[1] Nous ne mettons pas ainsi en évidence le travail produit, grandeur qui dépend du chemin choisi pour effectuer la modification. D'ailleurs, en construisant ainsi de toutes pièces une représentation mécanique des phénomènes physiques ou chimiques, on ne peut, quelles que soient les complications introduites, obtenir une image adéquate à l'objet. D'une manière générale, le domaine mécanique et le domaine physico-chimique semblent irréductibles l'un à l'autre, parce que, sans doute, ces modifications de la matière entraînent autre chose que des déplacements de masses dans l'espace et dans le temps ; en particulier, l'élément « chaleur » y intervient et introduit une grandeur qui obéit à ses lois propres : la Nature n'est pas un pur mécanisme.

en Physique (1er et 2e exemple); pour trouver des cas analogues dans notre comparaison, il aurait fallu imaginer qu'au cours d'une ascension, le corps rencontre des mécanismes susceptibles de l'élever et de diminuer d'autant l'énergie que l'opérateur doit fournir sous forme de travail ou de chaleur absorbée; or, nous n'avons introduit que les seules actions d'adhérence et de frottement comme concomitantes des mouvements du corps, et de telles forces entraînent un travail dont le signe est constant et qui correspond à un dégagement de chaleur; dans les modifications physiques, il y avait d'autres actions simultanées (telles que des variations de volume), qui entraînent un travail dont le signe peut varier comme celui de la quantité de chaleur qui lui est liée.

Nous pouvons enfin supposer, pour trouver une nouvelle analogie, qu'en changeant d'altitude, le corps est le siège d'une modification interne concomitante, susceptible de dégager ou d'absorber de la chaleur en quantité précisément liée à la seule différence d'altitude[1]; il en résulte alors que le dégagement calorifique total sera la somme de deux termes, l'un qui correspond à tout ou partie du travail externe transformé, terme qui est toujours positif et qui a tendance à augmenter, et l'autre terme dont le signe est incertain. On commettrait donc une erreur en disant que le dégagement total est toujours positif et tend constamment à croître.

En tenant compte de ces complications, on pourra tracer, sur la surface que nous avons adoptée, des lignes représentant les chemins possibles, par exemple une ligne allant de M à N, figurant les états intermédiaires, et pourvue d'une flèche indiquant le sens dans lequel la transformation s'opère; puisque, d'ailleurs, comme nous l'avons vu, la cote n'intervient plus pour fixer le sens du phénomène, nous pourrons tracer ces lignes sur un plan horizontal sur lequel on projettera la surface, ou encore on supposera qu'un observateur placé à une grande hauteur au-dessus de la surface examine ces lignes, sans tenir compte, par conséquent, du relief du terrain; il distinguera ainsi les chemins qui correspondent à des transformations possibles. Mais, pour qu'une telle transformation puisse se réaliser effectivement, il ne suffit pas qu'une certaine condition soit satisfaite pour le chemin total pris dans son ensemble; il faut, en outre, que la série des transformations intermédiaires soit également possible, ou que la condition de possibilité soit constamment remplie au cours de la modification. Cela nous amène donc à examiner chaque segment de la ligne et à reconnaître le signe de la « quantité déterminante » pour chacun de ces éléments. Cette quantité a, d'ailleurs, le même genre d'expression que pour la transformation totale, si l'on admet, du moins, que chaque état intermédiaire puisse être maintenu moyennant une modification convenable des actions extérieures; cette restriction, légitime si on laisse de côté les phénomènes *explosifs*, est nécessaire pour que chaque état puisse faire partie d'une modification réversible, et qu'on puisse définir l'entropie qui lui correspond.

Nous sommes alors conduit à exprimer, en chaque point, la condition de possibilité pour voir si, à chaque instant, la modification est possible, et nous serons forcé, dans certains cas, d'écarter comme irréalisable, pour cette raison, une transformation qui nous avait paru possible, en envisageant seulement la condition appliquée au chemin total; au contraire, si cette condition générale nous a fait conclure à une impossibilité, cela tient nécessairement à ce que certains éléments de la somme sont négatifs, puisque la somme l'est elle-même, et le chemin est, pour cette raison, impraticable.

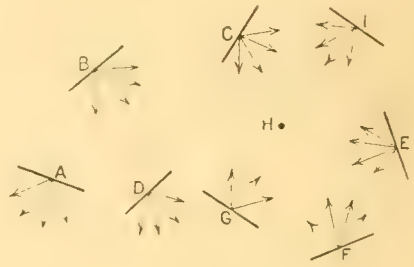


Fig. 3.

Les résultats de cette étude seront alors représentés de la façon suivante, du moins si les variables, ne dépassant pas *deux*, peuvent être figurées sur le plan horizontal.

En chaque point, on tracera un vecteur dirigé dans le sens où la transformation est possible, c'est-à-dire dans le sens où la « quantité déterminante » est positive, et l'on portera sur cette droite une longueur proportionnelle à cette quantité, en terminant le vecteur par une flèche : on indiquera par un trait non pourvu de flèche la modification réversible qui correspond à un vecteur nul; par raison de continuité, les vecteurs positifs seront tous d'un même côté du trait relatif au changement réversible, et l'on aura une représentation analogue à celle de la figure 3, sur laquelle on peut prévoir une position d'équilibre stable, au voisinage de H.

Une modification ne sera réalisable que si, en chaque point, sa ligne figurative se dirige dans le sens des vecteurs positifs.

On pourra aussi réunir par un trait les extrémités de chacun des vecteurs relatifs à un point;

[1] C'est ce qui représente le produit de la température absolue par la variation d'entropie entre l'état initial et l'état final.

on aura ainsi de petites courbes fermées tangentes à la direction de reversibilité, et l'on peut dire encore :

Une modification ne sera réalisable que si, en chaque point, la ligne figurative pénètre dans la courbe en question (fig. 4).

Une transformation réversible entre deux états sera représentée par la ligne tangente en chaque point à la courbe élémentaire considérée.

Nous pourrons donc dire, d'une manière générale, que les transformations se produisent de façon à rendre positif l'accroissement d'une certaine quantité, qui tend ainsi vers la valeur maximum qu'elle est susceptible de prendre.

D'un autre côté, si, à partir d'un point A, différentes voies peuvent être suivies qui satisfont à cet énoncé, l'indétermination sera levée par la connaissance des conditions initiales, et la solution devrait être entièrement connue, sans ambiguité.

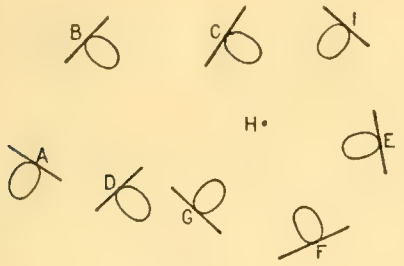


Fig. 4.

Il en serait ainsi, en effet, s'il s'agissait du domaine mécanique, et nous pourrions dire avec certitude que le corps partant d'un point α arrivera sans aucun doute en un point α_2.

Mais, dans le domaine physique ou chimique, nous sommes moins affirmatifs et nous annonçons seulement la possibilité d'un certain nombre de phénomènes susceptibles de succéder au premier. Nous pouvons nous demander à quoi tient cette différence et si l'espoir nous est interdit de pouvoir mieux préciser un jour la nature du phénomène qui doit se produire. On pourrait en trouver la cause, comme nous l'avons dit, dans l'impossibilité de certains passages intermédiaires ou dans l'inexistence de certaines phases transitoires, et c'est peut-être là la raison qui fait que, dans certaines réactions chimiques, des transformations ne se réalisent pas, qui apparaissent cependant comme possibles, lorsqu'on les envisage dans leur ensemble.

Mais elle provient, d'une façon essentielle, du caractère de possibilité du principe de Thermodynamique qui nous a servi de point de départ; et, pour savoir si l'on pourra le modifier lui-même et le transformer ultérieurement en un principe de nécessité, il faut connaître la nature de l'obstacle qui s'y oppose dans l'état actuel de nos connaissances.

Nous nous tenons évidemment là sur un terrain dont la solidité n'est pas absolue, et nous sommes un peu réduit à des hypothèses. Mais toutes sortes de raisons font penser que l'obstacle provient de l'existence de phénomènes analogues au frottement, à la viscosité; ces phénomènes, dont la nature intime nous est inconnue, dont l'expression se soumet alors malaisément au calcul, introduisent dans les équations des termes complémentaires; d'autre part, les frottements interviennent pour créer de *faux équilibres*. Toutes ces notions de viscosité, de frottements, de faux équilibres, introduites par M. Duhem, se sont montrées des plus fécondes; en particulier, on peut les rattacher étroitement à l'inégalité de Clausius, dont elles précisent la signification.

D'ailleurs, l'exemple mécanique que nous avons utilisé nous permet de poursuivre utilement la comparaison; nous avons fait d'abord abstraction du frottement, et c'est ce qui nous a permis de dire avec certitude que le corps, en tombant, devait atteindre telle ou telle position; mais, s'il intervient une adhérence susceptible d'arrêter le corps sur la pente, ou d'absorber une partie de la force vive (et de la transformer, d'ailleurs, en chaleur), nous ne pourrons plus parler avec la même assurance; si nous ignorons les lois du frottement et les conditions qu'il entraîne, nous dirons seulement que le mouvement sera possible, car nous réserverons le cas où le frottement serait trop grand, et ce n'est qu'après avoir étudié les lois de ce frottement que nous pourrons dire, d'une part : « Le mouvement se produira dès que la force agissante dépassera telle valeur numérique », et d'autre part : « En raison des résistances passives, le corps s'arrêtera en tel point, différent de celui que la théorie précédente nous permettait de déterminer ».

En somme, la considératien du frottement dans les questions d'équilibre transforme les égalités de la Statique en des inégalités; elle introduit dans les équations de la Dynamique des termes complémentaires, et, si l'on se borne à être renseigné sur le signe de ces termes, l'égalité se transforme encore en une inégalité.

L'état de nos connaissances croissantes nous fait donc passer par deux phases successives, et le caractère de nos prévisions acquiert graduellement un plus grand degré de certitude : à la déclaration de *possibilité* succède celle de *nécessité* dans le domaine mécanique.

Il y a lieu de penser qu'il en sera un jour de même dans le domaine physico-chimique, pour lequel nous nous trouvons actuellement dans la première phase.

Remarquons, en effet, que, pour établir les lois relatives au déplacement de l'équilibre et pour exprimer les conditions de cet équilibre, on a eu recours à l'inégalité de Carnot-Clausius en écrivant, conformément aux principes de la Mécanique convenablement généralisés, que toutes les modifications qu'on pouvait imaginer à partir d'un tel état étaient irréalisables; c'est donc le seul caractère de possibilité de ce principe qui est intervenu.

On peut se demander alors si les règles relatives au déplacement de l'équilibre ont, à leur tour, un caractère de nécessité, et il y a eu sur ce point des divergences de vues qu'il est bon de signaler.

Les uns ont émis l'idée que la règle n'avait rien de nécessaire et que la transformation prévue pouvait ne pas se produire sans que la théorie fût en échec. D'autres, s'appuyant sur le caractère de l'analyse qui permet de formuler la règle, ont d'abord été disposés à croire qu'elle exprime une condition suffisante et que la transformation prévue doit se produire.

Ces deux opinions peuvent se concilier dans une troisième, qui consiste à penser que, dans le domaine de la Mécanique et de la Thermodynamique classique dénuée de frottement, là où interviennent des équilibres vrais, le principe auquel conduit l'analyse énonce une condition nécessaire et suffisante; l'équilibre exige alors que, pour toutes les modifications virtuelles, les travaux soient nuls conformément au principe de Lagrange; d'ailleurs, pour de telles transformations, l'inégalité se transforme en une égalité, et le double signe $\geqq$ doit être introduit et maintenu pour prévoir ce cas. Au contraire, dans le domaine de la Thermodynamique où interviennent les frottements, là où il ne s'agit plus d'équilibres vrais constamment modifiés par les changements extérieurs, cette indétermination même introduit dans le raisonnement des restrictions qui ne permettent plus de considérer la condition comme suffisante; le système peut alors se maintenir sans altération, bien que certaines modifications virtuelles entraînent un travail différent de zéro.

Il y a, cependant, toute une catégorie de phénomènes dans lesquels la modification déclarée possible ne se réalise pas, et pour lesquels le désaccord provient d'une toute autre cause : ce sont des transformations qui ne se produisent pas tant qu'il n'y a pas déjà au contact des éléments une partie de la matière déjà transformée (retard d'ébullition, de solidification, de cristallisation, de condensation, etc...).

Ce désaccord s'explique en remarquant qu'on a supposé dans le calcul la transformation s'opérant au contact de masses notables, de manière à pouvoir négliger certains termes complémentaires qui traduisent l'action des surfaces (actions moléculaires, forces capillaires, etc...) et qui peuvent disparaître devant l'action des masses elles-mêmes ; mais, si ces masses deviennent assez petites pour que l'action des surfaces devienne prépondérante, en négligeant ces termes on fausse le résultat des calculs, et il ne faut plus s'étonner s'ils ne sont plus d'accord avec l'expérience; en les introduisant d'une façon correcte, on reconnaît alors que la transformation ne doit pas se produire tant qu'il n'y a pas préalablement une quantité de matière transformée supérieure à une certaine limite, et l'expérience confirme entièrement ces déductions; c'est ce que M. Duhem appelle les *faux équilibres apparents* pour les distinguer des *faux équilibres réels;* ceux-ci résultent du frottement, et il s'agit là, suivant le même auteur, d'une propriété essentielle, en quelque sorte primordiale de la matière, dont le frottement que l'on envisage en Mécanique nous donne seulement une idée grossière. Ce frottement (mécanique), qui provient des aspérités, et qu'on peut atténuer dans une large mesure en diminuant les rugosités, se caractérise par ce fait qu'il introduit une résistance passive de nature à s'opposer aux transformations, et à donner naissance à un travail dont le signe est toujours le même; c'est cette propriété fondamentale, et en quelque sorte irréductible, que l'on invoque tout spécialement lorsqu'on fait intervenir le frottement dans la Thermodynamique.

Cette opposition entre la Mécanique classique et la Thermodynamique est assez importante pour que nous insistions encore sur ce point.

Dans les questions de Mécanique rationnelle, on aboutit, en combinant les équations fondamentales de la Dynamique, à une *égalité*, dite *équation des forces vives*, qui établit une relation entre les vitesses, les masses et les travaux effectués par les forces qui agissent sur le système; on peut l'écrire symboliquement de la façon suivante :

$$\text{Travail} - \text{variation de la demi-force vive} = 0.$$

Cette égalité est utilisée pour connaître à chaque instant les conditions de la déformation.

Dans le domaine de la Thermodynamique, on aboutit cette fois à une *inégalité*, qui est satisfaite pour toute transformation réalisable ; elle signifie qu'une certaine grandeur (qu'on peut appeler, dans le cas d'une modification isothermique, chaleur non compensée, chaleur transformable, travail non compensé) est assurément positive.

On peut se demander à quoi tient cette différence, et pourquoi nous aboutissons, suivant le genre de problème, à une égalité ou à une inégalité, et enfin l'on peut chercher ce qu'il faudrait ajouter pour supprimer cette distinction.

M. Duhem a montré, comme il a été dit plus haut, qu'on peut la faire disparaître en introduisant dans le domaine thermodynamique la considération de forces supplémentaires qu'il appelle forces de frottement et forces de viscosité; elles ont la propriété d'agir d'une façon passive, à la manière d'obstacles ou de résistances, et de donner naissance à un travail qui est toujours de même signe; en tenant compte alors de ces forces et en suivant un raisonnement analogue à celui que l'on suit en Mécanique, on aboutit à une égalité qui peut être considérée comme une généralisation de l'équation des forces vives : le premier membre est constitué d'une façon analogue; mais le second membre, au lieu d'être égal à zéro, renferme les termes qui expriment le travail des forces de frottement et de viscosité; on peut l'écrire schématiquement de la façon suivante :

$$\left.\begin{array}{l}\text{Généralisation du 1er}\\ \text{membre de l'équation}\\ \text{des forces vives.}\end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{l}\text{Travail de frottement}\\ + \text{Travail de viscosité.}\end{array}\right.$$

En un sens, on a ainsi complété l'analogie entre les deux domaines, et, si nous connaissions l'expression complète des forces de frottement et de viscosité, nous pourrions utiliser cette équation pour étudier les conditions de la transformation.

Mais, dans l'ignorance où nous sommes de la forme de ces termes, cette équation ne peut nous être d'un grand secours; néanmoins, comme nous savons que ces termes ont un signe constant, nous pouvons écrire que le premier membre garde ce signe et nous transformerons ainsi notre égalité en une inégalité susceptible de nous fournir alors des renseignements moins précis.

D'ailleurs, ce premier membre n'est autre, à un coefficient numérique près, que l'expression transformée du terme qui, pour les modifications isothermiques, représentait la chaleur transformable; nous retrouvons donc ainsi la condition initiale de possibilité, en même temps que nous précisons le sens du terme considéré : il représente le travail des forces de frottement et de viscosité, dont le signe est constant; il est nul lorsque ces forces n'interviennent pas, c'est-à-dire pour toutes les transformations de la Mécanique rationnelle classique, ainsi que dans le domaine thermodynamique lorsqu'il s'agit de modifications reversibles.

En introduisant donc le travail des forces de frottement et de viscosité, on transforme les inégalités en des égalités, et en faisant abstraction de ces termes, dont le signe est constant, on retrouve l'inégalité de Clausius, dont le sens est ainsi respecté ; mais la solution qui se présente alors comme première approximation n'a plus qu'un caractère de simple possibilité, en raison de l'existence des faux équilibres.

On peut s'inspirer même de ces notions pour modifier notre comparaison et en tirer d'utiles analogies. Puisque, même sur la pente, là où elle n'est pas trop rapide, l'équilibre peut avoir lieu en raison des frottements, on peut substituer aux points d'équilibre vrais, c'est-à-dire aux différents minimas, des paliers horizontaux sur lesquels le corps peut demeurer tant que des efforts inférieurs à une certaine limite ne les lui feront point abandonner; cette limite dépendra, d'ailleurs, de la nature du frottement et de l'étendue du palier (zone des faux équilibres).

Si l'on arrivait à détruire ou seulement à diminuer ces adhérences, ces frottements, la marche du phénomène serait alors plus aisée à prévoir et le chemin suivi pourrait être précisé, en connaissant les conditions initiales et les liaisons imposées.

Or, on peut penser que l'élévation de température atténue ces phénomènes perturbateurs et tend à donner aux molécules une mobilité plus grande, comme si elle supprimait l'adhérence en question.

S'il en est ainsi, on pourra affirmer qu'au-dessus d'une température déterminée, un certain phénomène se produira. Cette température n'est autre que ce qu'on appelle le *point de réaction*, et la nécessité, reconnue par tous, de se placer au-dessus du point de réaction pour annoncer avec certitude la production du phénomène est d'accord avec les notions que nous venons de résumer.

L'élévation de température peut intervenir, en outre, en modifiant les positions d'équilibre, c'est-à-dire la situation des points α_2, α_4, et en faisant en sorte que, l'état initial étant moins éloigné de l'état d'équilibre (par exemple le cas des corps non combinés par rapport aux combinaisons incomplètes), le système gagnera son état final dans des conditions qui s'écartent moins des états d'équilibre, et, par conséquent, d'une façon moins vive ou en dégageant moins de chaleur.

Ce ne sont là que des analogies, qui donnent seulement une idée des efforts qu'il y a lieu de faire encore pour perfectionner la Physico-Chimie, ainsi fondée sur des bases rationnelles.

Nul n'y a travaillé avec plus d'ardeur et de succès que M. Duhem, qui a d'abord rendu à la science française le plus signalé des services en jetant un cri d'alarme, qui, dans une longue série de remarquables travaux, a tracé les voies nouvelles vers lesquelles doivent se diriger les sciences physiques et chimiques, s'y est engagé résolument et y entraîne avec lui tous ceux qui sont à la recherche des lois fondamentales suivant lesquelles évolue la Nature.

G. Meslin,
Professeur de Physique à l'Université de Montpellier.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Dassen (Claro-Cornelio), *Professeur à l'Université de Buenos-Ayres.* — **Etude sur les Quantités mathématiques. Grandeurs dirigées. Quaternions.** — 1 *vol. in-8° de* 133 *pages* (*Prix* : 5 *fr.*). *Hermann, éditeur. Paris*, 1904.

Ouvrage de vulgarisation, à lecture agréable et intéressante. On y trouvera avec plaisir des explications substantielles sur le développement successif, historique et logique, de la notion de nombre : nombres entiers, fractionnaires, négatifs, imaginaires, quaternions, etc.

LÉON AUTONNE,
Maître de conférences
à la Faculté des Sciences de Lyon.

Baumgartner (F.), *Ingénieur-constructeur.* — **Manuel du Constructeur de Moulins et du Meunier.** *Tome I* : **Les Machines de Meunerie.** (*Traduit de l'allemand par M.* PAUL SCHOREN). — 1 *vol. in-8° de* 612 *pages avec* 482 *fig.* (*Prix* : 20 *fr.*). *Ch. Béranger, éditeur, Paris*, 1903.

Un des ingénieurs les plus distingués de l'Allemagne, M. Baumgartner, qui, depuis de longues années, s'occupe spécialement de la construction des moulins, a réuni, dans un ouvrage qui ne doit pas comporter moins de cinq volumes, les nombreux documents qu'il possède sur cette question. M. Paul Schoren, ingénieur des Arts et Manufactures, a entrepris la traduction de cet ouvrage.

A en juger par le premier volume (les Machines de Meunerie), qui vient de paraître, l'ouvrage est bourré de descriptions détaillées, de calculs bien établis, de chiffres précis, qui constituent pour le meunier, et surtout pour le constructeur de moulins, autant de renseignements précieux; tout y est bien ordonnancé, écrit d'un style clair, et dénote, de la part de l'auteur, autant d'érudition que de méthode. L'auteur décrit dans les moindres détails, et avec tout le développement qu'ils comportent, les appareils de nettoyage, puis les appareils de mouture, meules et cylindres, et enfin les bluteries; les appareils accessoires : balances, collecteurs à poussière, mélangeuses, ensacheuses, etc...; les engins de transport y sont également étudiés en détail. Le seul reproche que l'on puisse faire à M. Baumgartner, et qu'il partage avec un trop grand nombre d'auteurs allemands, c'est qu'il n'a d'yeux et d'oreilles que pour les hommes de science et les constructeurs de son pays, et qu'il néglige trop de regarder et d'écouter ceux qui ont fait quelque chose dans les pays voisins, et spécialement dans le nôtre.

Aussi doit-on excuser le traducteur, quand, dans sa préface, il nous dit que *c'est à peine si notre industrie meunière peut se dire l'égale de sa sœur allemande, tant au point de vue de la fabrication rationnelle qu'à celui de l'outillage*, que... *les moulins les mieux montés de France le sont encore aujourd'hui par des allemands, à la plus grande honte de l'industrie française*, que... *la France est tributaire de l'Allemagne.* Si M. Schoren avait suivi le mouvement qui s'est produit en France depuis 1878, il tiendrait compte des remarquables travaux scientifiques d'Aimé Girard, de Grandvoinnet, etc.; il tiendrait compte de la valeur de nos constructeurs, les Brault, Teisset et Gillet, les Rose frères, Chaudel-Page, etc., qui le disputent parfaitement bien aux constructeurs allemands; il tiendrait compte des inventeurs de la meunerie, Josse, Demaux, Outrequin, Maurel, etc... Ce n'est pas d'Allemagne qu'est venu le grand mouvement industriel qui, en quelques années, a bouleversé la meunerie universelle : c'est d'Autriche, avec André Mechwart, ingénieur de la maison Ganz, avec Hagenmacher; c'est de Suisse, avec Wegmann, Davério, etc... Quant à nos moulins, quelques-uns ont pu être garnis des appareils allemands par Seck ou Luther de Darmstadt, par Seck frères de Dresde, par Amme Giesecke et Könegen de Brunswick, mais beaucoup renferment les appareils de Buhler, d'Uzwill (Suisse), ou de Millot et de Davério, de Zurich, et même de nos constructeurs français que j'ai cités plus haut, et je puis affirmer que ces derniers n'y sont pas déplacés.

Pour excuser de semblables oublis de la part de M. Baumgartner, le traducteur présente son livre comme susceptible d'apprendre aux meuniers leur métier en leur enseignant ce qui se passe en Allemagne; il faudrait les persuader d'abord que l'Allemagne est le seul pays où il se passe quelque chose.

Il est, en outre, malheureux que M. Schoren n'ait pas conservé aux termes techniques la terminologie française; nos meuniers se trouveront dépaysés quand on leur parlera de *soufflets*, de *tournants à volante supérieure*, de *machines de moulage ou de mouturage*; il eut été si simple de dire ventilateurs, moulins à meule supérieure tournante, et mouture.

J'ai tenu à faire ces réserves, car on accepte trop aveuglement les leçons qui nous viennent d'Allemagne. Quelque puissante que soit aujourd'hui l'industrie allemande, elle n'a pas tout fait; nous avons certainement à apprendre d'elle, mais nous ne sommes pas des écoliers et des débutants. Il n'y a guère d'industrie en France qui ait, précisément comme la Meunerie, su profiter autant de ce qui se faisait autour d'elle, et qui, en quelques années, ait transformé son outillage et ses procédés. Nos meuniers ne doivent pas s'endormir dans la quiétude de l'œuvre accomplie : ils ont le désir de s'instruire encore et, sans faire table rase de ce qu'ils savent déjà, ils puiseront volontiers dans le livre de M. Baumgartner ce que sa science et sa longue expérience lui ont permis d'exposer. M. Schoren, en traduisant cet ouvrage, leur aura rendu un véritable service.

L. LINDET,
Docteur ès sciences,
Professeur à l'Institut National Agronomique.

2° Sciences physiques

Lévy-Salvador (Paul). — **Utilisation des chutes d'eau pour la production de l'Energie électrique. Application aux usages agricoles.** — 1 *vol. in-8° de* 122 *pages avec figures.* (*Prix* : 5 *fr.*) *Ch. Béranger, éditeur. Paris*, 1904.

Le titre de ce petit livre en indique nettement l'objet. L'auteur a traité son sujet sans considérations transcendantes, ni développements inutiles. Il a donné, sur les installations hydrauliques et sur leurs applications électriques, les indications strictement nécessaires à ceux qui ne sont pas au courant de la théorie des machines, et qui désirent seulement les connaître en vue de leur application à l'agriculture. Il considère le rôle social que pourraient jouer les installations de ce genre, si on parvenait à les multiplier et à en rendre l'industrie florissante.

Elles enrayeraient, en effet, l'émigration des populations ouvrières rurales vers les villes, en facilitant la distribution de force motrice à domicile.

« Le cultivateur verrait sa ferme se transformer en une sorte d'usine, dont il aurait la direction et à la marche de laquelle il s'intéresserait : il lui serait loi-

sible de distribuer à profusion l'éclairage, tant dans sa maison d'habitation que dans ses dépendances, et d'occuper aisément les longues soirées d'hiver. Dans ce milieu propre, clair et gai, son intelligence se développerait, son éducation s'assouplirait; la vie matérielle des ouvriers devenant meilleure, leur attachement au sol natal et au foyer familial augmenterait, et peut-être songeraient-ils moins à déserter les champs pour aller grossir le nombre trop considérable de ceux que les grandes villes attirent.

« L'électricité, qui a déjà fait tant de merveilles, et qui en fera plus encore, aurait produit là une transformation de la vie rurale, dont les conséquences seraient des plus remarquables. En attendant que cette évolution se dessine, il est du devoir de tous ceux qui s'intéressent à la prospérité économique du pays de chercher à engager les populations laborieuses dans la voie de l'utilisation rationnelle de la force motrice hydraulique, source inutilisée de richesses qu'il leur serait relativement facile de mettre en valeur, si elles en connaissaient l'existence. »

Nous n'avons pu résister au désir de citer cette intéressante appréciation, qui nous paraît justifiée, et nous sommes tout à fait de l'avis de l'auteur quand il examine ensuite le rôle que pourraient jouer, dans le développement rationnel de ces applications, l'Etat, l'individu isolé ou l'association d'hommes ayant le même intérêt à utiliser tant d'énergie perdue, examen que l'auteur termine en donnant la préférence à l'utilisation par association.

Enfin, l'auteur n'a pas méconnu les dangers de l'ignorance en matière d'électricité. Son livre constitue déjà un enseignement utile : il en a encore étendu la valeur en joignant à son livre la reproduction des prescriptions officielles des Postes et des Télégraphes et de l'Académie de Médecine en vue de la sécurité dans les installations électriques. P. LETHEULE.

Astruc (A.), *chargé des fonctions d'agrégé à l'Ecole supérieure de Pharmacie de Montpellier.* — **Recherches sur l'Acidité végétale.** (*Thèse présentée à la Faculté des Sciences de Paris.*)—1 *fasc. de* 108 *pages; Masson et Cie, éditeurs. Paris*, 1903.

Une ère de rapide progrès s'ouvre toujours pour une science lorsque son état d'évolution devient tel qu'elle puisse emprunter à une science plus exacte des méthodes de travail plus précises, des formes de raisonnement plus rigoureuses. Aussi, secondée par le calcul mathématique, la Physique a-t-elle pu aborder la généralisation de ses problèmes; et la Chimie, fécondée par les admirables théories modernes, s'oriente-t-elle vers les questions biologiques, à la solution desquelles elle paraît devoir apporter la contribution à la fois la plus puissante et la plus indispensable. Les innombrables métamorphoses chimiques que subit la matière au sein de la cellule se rattachent étroitement à l'accomplissement de toutes les fonctions de l'organisme animal ou végétal; leur étude permettra donc, grâce à la précision des méthodes d'investigation dont on dispose aujourd'hui, de reculer l'horizon qui limite la pensée dans l'obscur domaine de la vie. Aussi y a-t-il lieu d'accueillir avec le plus grand intérêt les résultats fournis par les recherches effectuées dans cette voie.

Parmi les problèmes que soulève l'étude des phénomènes chimiques de la vie végétale, il en est un qui mérite d'attirer l'attention des chercheurs : nous voulons parler de la question relative à l'origine et à la destination des acides organiques, si abondants chez la plante, question à la solution de laquelle M. Astruc vient d'apporter une appréciable contribution.

Après une introduction dans laquelle sont indiquées et critiquées les recherches antérieures sur le sujet, M. Astruc étudie l'acidité chez quelques plantes ordinaires et montre, par des observations nombreuses, que les acides végétaux se forment notamment dans les parties les plus jeunes d'un organe, sièges d'une grande activité cellulaire.

Mais l'étude de l'acidité végétale est surtout intéressante chez les plantes grasses; aussi M. Astruc consacre-t-il à cette question le chapitre le plus important de son Mémoire. Un fait se dégage tout d'abord de ses expériences : chez une Crassulacée, l'acidité ne varie pas seulement avec le développement du végétal, mais encore diffère-t-elle suivant qu'on effectue les déterminations le matin ou le soir, suivant l'éclairement fourni à la plante, suivant l'âge de l'organe examiné. Faisant alors varier systématiquement les divers facteurs susceptibles d'influencer l'acidité, l'auteur arrive aux conclusions que voici : 1° La désacidification diurne n'est pas due à la saturation des acides par les bases; 2° Les relations annoncées par certains auteurs entre la valeur de la transpiration et celle de l'acidité n'existent réellement qu'entre la valeur de la transpiration et la proportion des acides organiques complètement saturés; 3° Une haute température entrave la formation nocturne des acides organiques; 4° Il paraît exister des relations étroites entre l'acidification et l'assimilation du carbone; 5° La formation des acides, ainsi que le montre une ingénieuse étude sur l'influence des anesthésiques, dépend aussi de l'activité cellulaire; 6° Chez les feuilles sectionnées, le quotient $\frac{CO^2}{O}$ est plus élevé et la teneur en acide malique est plus faible que chez les feuilles entières; 7° La composition de l'atmosphère qui environne la plante exerce une influence sur l'acidité.

M. Astruc a apporté autant de soin dans l'exécution de ses expériences que d'originalité dans l'orientation de ses recherches. Les relations qu'il a établies entre quelques-unes des manifestations chimiques de la vie végétale et l'accomplissement des fonctions physiologiques de la plante présentent, en dehors de leur intérêt propre, celui de soulever des problèmes nouveaux.

EUGÈNE CHARABOT,
Docteur ès Sciences,
Inspecteur de l'Enseignement technique.

3° Sciences naturelles

Jacot-Guillarmod (Dr J.). — **Six mois dans l'Himalaya, le Karakorum et l'Hindu-Kush.** *Voyages et explorations aux plus hautes montagnes du Monde.* — 1 *vol. in-8° de* 363 *pages, avec* 269 *gravures,* 10 *planches hors texte en phototypie,* 1 *panorama,* 3 *cartes,* 1 *graphique.* (*Prix* : 20 *fr.*). *Neuchâtel, W. Sandoz, éditeur; Paris, librairie Fischbacher,* 1904.

Nous avons précédemment relaté ici (15 août 1903), la hardie tentative d'ascension du pic K^2 entreprise en 1902 par six alpinistes, trois Anglais, deux Autrichiens et un Suisse ; le volume que vient de publier ce dernier, le Dr Jacot Guillarmod, permet de mieux apprécier l'importance des résultats géographiques et scientifiques dus à cette Expédition et que nous n'avions pu que brièvement esquisser.

Si le Dr Jacot Guillarmod et ses compagnons n'ont pas pu dépasser la plus haute altitude atteinte jusque-là, le sommet de l'Aconcagua (7.300 mètres), par contre ils sont restés soixante-sept jours sur l'immense glacier de Baltoro, et jamais des hommes n'étaient parvenus à vivre aussi longtemps à de pareilles hauteurs, 5.000 à 6.000 mètres. Un essai de campement fut fait à 6.400 mètres et, un jour, le Dr Jacot Guillarmod et M. Wessely purent s'élever, sur l'arête Nord-Est du pic, jusqu'à 6.700 mètres.

Ce long séjour sur le glacier de Baltoro a permis aux explorateurs de compléter et de préciser la carte qu'en avait dressée Conway, et de faire un grand nombre d'observations scientifiques de tout genre, bien que ce ne fût pas là le but particulièrement poursuivi par l'Expédition. En dehors des remarques du plus haut intérêt que l'on rencontre dans de nombreux passages du volume, un Appendice a été spécialement consacré à enregistrer les résultats scientifiques de cette cam-

pagne. On y trouve des notes se rapportant à l'état atmosphérique, à la température, à la Botanique, à la Zoologie, à la Géologie, aux glaciers, et d'intéressantes observations physiologiques. Une florule de dix espèces de Phanérogames a été récoltée à 5.200 mètres. De puissantes assises de marbre ont été découvertes sur les flancs mêmes du Chogori. Une observation à noter aussi est que tous les glaciers de la région sont en crue manifeste.

L'auteur ne s'est pas borné à raconter la campagne sur le glacier, bien qu'elle occupe la plus grande partie du volume. Mais, prenant le voyage à son début, il a donné au récit des développements d'autant plus amples qu'il pénétrait dans des régions moins fréquentées et plus difficilement abordables, comme ces parties reculées de l'Inde qui sont situées au delà de Rawal-Pindi, la station terminus du chemin de fer : la vallée du Jehlum, Srinagar, la vallée de l'Indus et Skardu, la vallée de Shigar, Askoley enfin, où s'organisa la caravane.

Les nombreuses reproductions photographiques, d'une remarquable exécution, qui accompagnent le volume, n'ajoutent pas seulement un charme de plus à un récit très attachant; ce sont des documents géographiques et scientifiques de premier ordre, pour l'étude orographique et glaciaire d'une des régions les plus grandioses du Monde et les moins connues.

G. Regelsperger.

Olivieri (F. Em.). — **A Treatise on Cacao** (*Theobroma Cacao*). — 1 *vol. in*-12° *de* 102 *pages avec nombreuses illustrations.* (*Prix* : 6 *fr.* 25). *Mole frères, éditeurs. Port of Spain* (*Trinité*), 1904.

Le *Traité sur le Cacao* de M. F. E. Olivieri est l'exposé des résultats de vingt années d'expériences sur la culture de cette plante dans les régions tropicales; à ce titre, il a une grande valeur pour les praticiens. Il n'en a pas moins au point de vue théorique, l'auteur paraissant être au courant de la plupart des recherches scientifiques auxquelles a donné lieu le cacaoyer et les ayant résumées d'une façon claire et concise à l'usage de ses lecteurs.

L'ouvrage envisage d'abord la place du cacaoyer dans le règne végétal, son habitat, la morphologie et la physiologie de la plante, puis l'influence du climat, de la température et des vents sur sa croissance. L'auteur étudie ensuite l'importante question de la composition des sols de culture, et des engrais destinés à les améliorer; l'emploi de l'Immortelle comme arbre destiné à ombrager les plants de cacaoyer assure en même temps un renouvellement abondant et gratuit de l'azote du sol. La culture proprement dite, la taille, le brossage des troncs pour les débarrasser des végétations parasites qui entravent le développement des boutons floraux, forment l'objet des chapitres suivants. L'auteur traite avec une grande compétence la question des maladies du cacaoyer causées par des insectes ou des champignons et les moyens de les combattre. Le livre se termine par la récolte des graines, leur séchage et leur préparation.

L'ouvrage est illustré de nombreux dessins, très intéressants, et de plusieurs reproductions photographiques, malheureusement moins réussies. L. B.

Goeldi (Dr Emilio A.), *Directeur du Musée de Para* (*Brésil*). — **Album de Aves amazonicas.** 1er *et* 2e *fascicules.* — *Librairie classique de Alvas et* Cie, *Rio-de-Janeiro*, 1904.

L'album de M. Goeldi est un supplément illustré de son ouvrage « Les Oiseaux du Brésil », paru en 1894-1900, qui donne une récension complète de la faune ornithologique si riche et si variée de cette région; cet atlas sera complet en trois fascicules. Dans les deux fascicules parus, se trouvent notamment les Oiseaux aquatiques (Martins-pêcheurs, Hérons, Râles, Ibis, Spatules, Canards, etc.), qui tiennent une place considérable dans l'avifaune des rivages amazoniens, puis les Toucans, éminemment caractéristiques des forêts brésiliennes, les Perroquets, Pics, Tinamous, Emeus, etc. Les Oiseaux, classés à peu près suivant leurs affinités zoologiques, sont groupés dans des attitudes pleines de vie et de naturel, au milieu de paysages qui représentent la splendide végétation tropicale des forêts et des plages amazoniennes; le nom vulgaire indigène ou portugais est indiqué en même temps que le nom scientifique.

Je ne doute pas qu'au point de vue de la détermination des espèces, ces planches ne puissent rendre des services aux voyageurs et naturalistes, malgré la petite dimension des figures, qui ne représentent que les formes adultes; mais les dessins sont remarquables par l'exactitude de la pose et du coloris; les aquarelles très artistiques d'Ernest Lohse ont été magnifiquement reproduites par l'Institut polygraphique de Zurich, et quelques-unes sont vraiment charmantes, entre autres la planche 10, qui représente, d'après une photographie instantanée, une colonie d'*Ibis rubra*, au milieu d'une végétation exubérante. L. Cuénot,

Professeur à l'Université de Nancy.

4° Sciences médicales

Camus (Jean) et **Pagniez** (Philippe), *Anciens internes de la Salpêtrière.* — **Isolement et Psychothérapie. — Traitement de l'Hystérie et de la Neurasthénie. — Pratique de la rééducation morale et physique.** — 1 *vol. in*-8° *de* 407 *pages, avec préface de M. le Professeur* Dejerine (*Prix* : 9 *fr.*). *Félix Alcan, éditeur. Paris*, 1904.

« Le traitement des psycho-névroses, dit le Professeur Déjerine dans la préface de cet ouvrage, subit actuellement une transformation complète, et le médecin, s'éloignant chaque jour davantage des pratiques plus ou moins mystérieuses employées dans ce domaine, cherche aujourd'hui à agir sur le moral de ses malades en s'adressant à leur raison et à leur volonté ».

Telle est, en effet, la tendance thérapeutique qui se manifeste depuis quelques années et dont les heureux effets ont été déjà maintes fois signalés; ils paraissent chaque jour plus appréciables.

Ce n'est pas avec une mise en scène impressionnante, ni par des commandements impératifs que l'on obtient la guérison, une guérison durable, des grandes névropathies; c'est surtout en protégeant les malades contre l'indulgence mal entendue de l'entourage familial et contre toute cause d'irritation venue du dehors, en leur imposant le repos, en réparant leurs forces, en rétablissant leur énergie volontaire, en affermissant leur personnalité psychique.

L'isolement, avec le repos au lit et la suralimentation, semble aux auteurs le prélude nécessaire de la psychothérapie. On prend ainsi plus aisément la direction de l'esprit des malades, et, sans effort apparent, sans ébranlement psychique, on les aide à vouloir guérir, et on les guérit. Telle est la méthode préconisée par M. Déjerine. Il affirme que l'isolement peut être pratiqué dans la salle commune d'un hôpital, aussi bien que dans une maison de santé : une grande salle bien claire; des lits à rideaux blancs tout fermés, et dont pas un pli ne bouge; le silence le plus complet. Là, les malades, même les grandes hystériques, sont calmes, tout simplement parce qu'elles sont isolées du monde extérieur; elles ne reçoivent ni lettres ni journaux, elles ne voient que le médecin, l'interne et la surveillante. A l'heure de la visite, les rideaux des lits sont ouverts, un à un; le médecin s'arrête, s'assied auprès de la malade, lui parle avec douceur et fermeté. Il lui explique pourquoi elle est souffrante, comment elle guérira. L'entretien se termine par quelques paroles réconfortantes; les rideaux retombent, et la même scène se reproduit au lit suivant, sans bruit, avec la même absence d'apparat.

Cette méthode simple, rationnelle, inoffensive, a donné d'excellents résultats.

La psychothérapie a renoncé aux pratiques de l'hypnotisme; ses procédés sont différents; elle n'impose au malade aucune contrainte, elle lui demande seulement sa collaboration, un peu de volonté, bien employée, chaque jour.

La psychothérapie fait appel à tous les procédés de rééducation. Et il n'y a pas de rééducation physique sans rééducation psychique simultanée; l'une est impossible sans l'autre. Pour obtenir l'exécution d'actes corrects ou la correction d'actes intempestifs, il faut constamment faire appel au contrôle des centres supérieurs. Inversement, l'exécution des actes normaux provoque un retentissement favorable sur les centres supérieurs lorsque ceux-ci sont momentanément troublés.

Tous ceux qui ont eu à faire appel à la psychothérapie se sont rendu compte de la nécessité de cette double action concomitante. Ce n'est, en somme, que la mise en œuvre d'une notion aussi vieille que le monde : l'influence du physique sur le moral et réciproquement.

Les auteurs de ce livre ont donc eu raison de faire connaître la valeur des pratiques psychothérapiques applicables à la plupart des affections nerveuses. Dans un travail de laborieuse compilation, ils se sont efforcés de coordonner tous les enseignements de ce genre, de façon à rendre leur emploi pratique. Leur étude est d'ailleurs étayée sur cinquante-deux observations personnelles, très consciencieusement recueillies.

Enfin, ils envisagent la question de la prophylaxie du nervosisme. Après l'influence héréditaire, après celle de l'éducation, le surmenage est la cause principale des névroses. L'histoire des névrosées soignées à l'hôpital nous montre le plus souvent des ouvrières placées entre ces deux alternatives : le surmenage ou la misère. C'est un devoir pour le médecin que de signaler ce péril social, et de faire appel, au nom de l'Hygiène, à la justice et à l'humanité contre un dangereux facteur de la dégénérescence de la race. Dr Henri Meige.

Le Damany (P.), *Professeur à l'École de Médecine de Rennes.*— **Les Epanchements pleuraux liquides.** — 1 *vol. de l'Encyclopédie scientifique des Aide-mémoire.* (*Prix* 2 *fr.* 50.) *Masson et Cie, éditeurs, Paris*, 1904.

L'originalité du livre de M. P. Le Damany réside dans l'interprétation anatomo-pathologique et pathogénique qu'il donne des épanchements pleuraux. Si l'on veut arriver, dit-il, à comprendre clairement comment se forment les épanchements pleuraux, si l'on veut se faire une idée nette des raisons pour lesquelles tel microbe donne tantôt un épanchement séreux et tantôt un épanchement purulent, si l'on veut enfin savoir pourquoi tantôt le microbe pathogène existe dans l'épanchement et tantôt y manque, même s'il est purulent, pourquoi il y a des épanchements pleuraux d'origine microbienne et d'autres dus à une lésion aseptique, on sera conduit à séparer en deux classes l'ensemble des épanchements pleuraux d'apparence inflammatoire : les uns sont *pleurétiques*, c'est-à-dire produits par un microbe pullulant et agissant dans la cavité pleurale; les autres sont *pseudo-pleurétiques*, et se forment par le même mécanisme que les hydrothorax, c'est-à-dire qu'ils sont la conséquence de l'œdème qui prend naissance autour d'un foyer congestif d'origine microbienne parfois, parfois au contraire aseptique. Le microbe pathogène, quand l'affection causale est microbienne, n'est plus dans la cavité pleurale, mais sous la plèvre, par exemple dans le poumon, dans le foie ou dans le péritoine.

La conception de M. Le Damany paraît justifiée par les résultats que donne le cytodiagnostic : la pleurésie sérofibrineuse (pleuro-tuberculose), maladie pleurale, se différencie nettement, par la prédominance des mononucléaires, des pleurésies brightiques, pneumoniques, typhoïdiques, etc., maladies pseudo-pleurales caractérisées par les placards endothéliaux. Dans le dernier cas, la stérilité de l'épanchement, même lorsqu'il est purulent, est également en opposition avec la virulence observée dans le liquide de la pleurésie vraie. L'allure clinique est tout autre, elle aussi. Il apparaît donc bien que la division établie par le professeur de Rennes n'est pas artificielle et qu'au contraire elle répond à la réalité des faits. Elle éclaire d'un jour très particulier l'histoire des épanchements pleuraux, que l'intéressante monographie de M. Le Damany nous permet d'étudier à la clarté des méthodes modernes et des documents cliniques et anatomo-pathologiques les plus récents.

Dr Gabriel Maurange.

5° Sciences diverses

The Jewisch Encyclopedia (A descriptive record of the History, Religion, Litterature and Customs of the Jewisch People). *Tomes I et II.* — 2 *vol. gr. in-8° de* 685 *pages chacun, avec nombreuses illustrations en noir et en couleurs. Funk and Wagnalls Company, éditeurs. New-York et Londres*, 1904.

Par suite de leur longue histoire et de leur grande dispersion, les Juifs ont joué un rôle dans la plupart des mouvements importants de l'histoire de la race humaine. La part qu'ils ont prise au développement de la pensée humaine et du progrès social méritait d'être présentée d'une façon systématique, à la lumière des découvertes de la science moderne. C'est le but que se propose l'*Encyclopédie juive*, dont les deux premiers volumes viennent de paraître. Les sujets traités dans cet ouvrage se rapportent à l'histoire, à la biographie, à la sociologie, à la littérature, à la philosophie et à la théologie hébraïques. La réalisation d'un aussi vaste programme ne pouvait être l'œuvre d'un seul : à la tête de l'œuvre se trouve donc un Comité d'édition américain, composé de treize membres, parmi lesquels M. J. Singer, le promoteur de l'entreprise, MM. Cyrus Adler, bibliothécaire de la *Smithsonian Institution*, à Washington, P. Gottheil, professeur à la Columbia University, à New-York, M. Jastrow, professeur à l'Université de Philadelphie, C. H. Toy, professeur à l'Université Harvard, à Cambridge, etc. Ce Comité est assisté dans sa tâche par un Conseil consultatif étranger, d'une trentaine de membres, où MM. Anatole Leroy-Beaulieu, J. Lévi et Z. Kahn représentent la France. Enfin, l'Encyclopédie s'est assuré le concours de plusieurs centaines de collaborateurs, professeurs, historiens, voyageurs, etc., dans le monde entier. On voit par là quelles garanties de sérieuse critique présente l'ouvrage, et quel esprit vraiment scientifique a présidé à son élaboration.

Dans les deux volumes parus, nous signalerons, comme intéressant plus particulièrement nos lecteurs, des articles sur : la coutume des *ablutions*, au point de vue historique et hygiénique ; les *académies* de Babylone et de Palestine; les *accents* dans la langue hébraïque: l'*agriculture* en Palestine, autrefois et aujourd'hui, et les essais encourageants de colonisation agricole juive en Russie, en Palestine, aux Etats-Unis, au Canada et dans la République Argentine; l'*alchimie* juive; *Alexandrie* ancienne et moderne et ses écoles philosophiques; l'*Alliance israélite universelle;* l'*alphabet ;* l'*anthropologie* juive; les *aqueducs* en Palestine ; l'*archéologie* hébraïque; l'*astrologie* et l'*astronomie* chez les Juifs; la ville de *Babylone*, d'après les plus récentes découvertes assyriennes, etc.

L'exécution typographique, confiée à la maison Funk et Wagnall, est très remarquable, étant données surtout les nombreuses difficultés que présentaient les citations en hébreu, arabe et autres langues orientales. De nombreuses illustrations et quelques belles planches en couleurs viennent encore rehausser la valeur de l'*Encyclopédie juive.*

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 13 Juin 1904.

1° Sciences mathématiques. — **M. P. Boutroux** présente ses recherches sur une classe d'équations différentielles à intégrales multiformes. — **M. Eug. Lebert** montre que si, en général, il n'y a aucune relation simple entre l'énergie mise en jeu dans les actions statiques et ces actions, il peut se présenter aussi des cas où l'effort est exactement proportionnel à l'énergie (cas réalisés par M. Chauveau). — **M. P. Duhem** démontre que des oscillations petites et fréquentes de la température et des actions extérieures n'exercent presque aucune influence sur un système défini par deux variables à hystérésis. — **M. Millochau** a photographié à diverses reprises le spectre de Jupiter. Les épreuves obtenues montrent nettement cinq bandes d'absorption spéciales à l'atmosphère de Jupiter.

2° Sciences physiques. — **M. R. Blondlot** communique de nombreuses expériences, qui prouvent, d'après lui, que la plupart des corps projettent spontanément et continuellement une émission pesante. — **M. J. Becquerel** a constaté que l'échauffement d'un corps amenant une dilatation est accompagné d'une émission de rayons N_1, et le refroidissement produisant une contraction donne naissance à des rayons N. Les vapeurs d'alcool possèdent les mêmes propriétés que les anesthésiques vis-à-vis de ces rayons. — **M. C. Chéneveau** a étudié les indices de réfraction des solutions. L'influence du corps dissous sur la marche des rayons lumineux semble être une propriété atomique additive; elle est indépendante de l'état d'ionisation du corps dissous et de la formation possible d'hydrates. — **MM. André Broca et Turchini** montrent que la nature des phénomènes de décharge dans l'air peut être extrêmement variable et apporter des perturbations profondes dans les propriétés électriques des circuits de haute fréquence. — **M. J. Meyer** a observé que l'eau pure soumise à l'action d'une source de rayons N devient elle-même une source de rayons N_1. — **M. Eug. Bloch** décrit une méthode de zéro pour la mesure de la mobilité des ions dans les gaz. — **MM. Ph. A. Guye et S. Bogdan** ont déterminé le poids atomique de l'azote par pesée d'un oxyde d'azote, décomposition de celui-ci par un fil de fer incandescent qui se combine à l'oxygène et pesée de l'oxyde de fer formé. La moyenne des expériences préliminaires a donné Az = 14,007 pour O = 16. — **M. P. Lebeau** a reconnu que la décomposition, sous l'action de la chaleur et du vide, de mélanges de carbonate de calcium avec les carbonates de Cs, Rb, K et Na peut être obtenue, d'une façon complète, à des températures voisines de 1.000°. — **M. A. Joannis**, en dissolvant un sel d'ammonium dans du gaz ammoniac liquéfié et faisant réagir cette dissolution sur du sous-oxyde rouge de cuivre, a obtenu le formiate cuivreux $(HCOO)^2Cu^2.4AzH^3$. 1/2 H^2O, et le benzoate cuivreux $(C^6H^5.COO)^2Cu^2.5AzH^3$. — **M. E. Berger**, en dissolvant dans un excès d'acide phosphoreux le sesquioxyde de fer hydraté récemment précipité, précipitant par l'eau en excès et lavant longtemps à l'eau froide, a obtenu comme résidu un phosphite ferrique basique $(PO^3H)^6Fe^4.Fe(OH)^3.5H^2O$. — **M. Hector Pécheux** a préparé un certain nombre d'alliages Bi-Al et Mg-Al. Ils sont inoxydables à l'air et attaqués vivement par les acides et la potasse caustique concentrée à froid. — **M. P. Brenans** décrit divers composés iodés obtenus avec la métanitraniline : nitraniline monoiodée - 1 : 6 : 3, F. 160°, 5; nitraniline diiodée - 1 : 2 : 4 : 3, F. 125°. — **M. L.-J. Simon** a observé que l'éther oxalacétique subit spontanément une altération qui le rend colorable en violet par les alcalis; elle est vraisemblablement due à la formation d'un dérivé dioxyquinonique. — **M. J. Schmidlin** a préparé les sels polyacides des rosanilines; ils se dissolvent dans l'eau et dans l'alcool avec la même couleur que les sels monoacides. — **M. G. André** a étudié les variations de composition de quelques graines pendant leur maturation. — **MM. Eug. Charabot et G. Laloue** ont constaté que les pétales renferment la majeure partie de l'huile essentielle de la fleur d'oranger. Cette huile est un peu plus riche en anthranilate de méthyle que celle qui provient des autres organes floraux. — **M. P. Mazé** montre que la zymase est très répandue dans les cellules vivantes, mais elle s'accumule de préférence en l'absence d'oxygène. D'après lui, elle serait formée par la réunion de deux diastases, l'une qui transforme le sucre en acide lactique, l'autre qui dédouble ce dernier en alcool et CO^2.

3° Sciences naturelles. — **M. A. Chauveau** communique de nouvelles expériences montrant le parallélisme de la dépense énergétique inhérente au travail de soutien des muscles et des charges équilibrées soutenues par ces muscles. — **M. Aug. Charpentier** signale un nouvel exemple d'influence exercée directement par un excitant naturel (vibration sonore) sur le centre cérébral correspondant, en dehors de toute perception. — **MM. P. L. Mercanton et C. Radzikowski** ont constaté que les rayons N n'ont pas d'action sur les troncs nerveux isolés. — **MM. C.-J. Salomonsen et G. Dreyer** ont étudié l'action physiologique des rayons du radium sur la *Nassula* et diverses Amibes. Il y a modifications pathologiques ou mort suivant la durée de l'exposition. — **M. J. Tissot** a reconnu que les combustions intraorganiques, évaluées d'après les échanges respiratoires, sont indépendantes de la proportion d'oxygène contenue dans le sang artériel. — **M. E. Gley** a constaté que le sang de la Torpille (*Torpedo marmorata*) contient une substance très toxique pour divers Mammifères : chien, lapin, cobaye. — **M. A. Polack** a étudié les modifications apportées à la vision des couleurs complexes par les divers états dioptriques de l'œil. — **M. P. Vigier** a observé, dans le cœur de plusieurs Mollusques de classes différentes, des fibres musculaires présentant tantôt une simple apparence striée, tantôt une véritable striation. — **M. Mader** montre que la structure striée des fibres musculaires du cœur chez la Nasse n'est qu'une apparence, due à des superpositions de plans. — **M. Eug. Pittard** a trouvé, dans une série de crânes valaisans de la vallée du Rhône datant du XIIIe au XIXe siècle, plusieurs crânes à faciès négroïde nettement caractérisé. — **M. L. Vaillant** décrit quelques-uns des caractères du *Mitsukurina Owstoni* Jordan, Squale des grandes profondeurs, dont un exemplaire a été récemment envoyé du Japon en Europe. Ce type se rattache à la famille des *Lamnidæ*. — **M. Arm. Krempf** montre que certaines productions décrites chez la *Madrepora* s'effectuent aux dépens du disque oral et de l'appareil tentaculaire, par fusion de ses éléments deux à deux. — **M. G. Coutagne** signale quelques cas de polytaxie chez les Mollusques terrestres européens. — **M. M. Hartog**, en soumettant au champ magnétique une suspension de limaille de fer dans un milieu visqueux, a obtenu un spectre magnétique qui représente les phénomènes qui se produisent dans une cellule en division mitotique. — **M. P. Ledoux**, en enlevant, avant le semis, le point végétatif de la radicule de quelques graines, n'a pas

obtenu la régénération de l'organe lésé. Celui-ci est remplacé par des radicelles à structure spéciale. — M. **F. Garrigou** préconise l'emploi du sulfure de calcium légèrement humecté pour la destruction de la cuscute et d'autres parasites nuisibles à l'agriculture. — M. **F. Foureau** a trouvé dans le Djoua, à l'est de Timassânine, divers gîtes fossilifères : dents de *Ceratodus*, vertèbres de Sélaciens. — M. **Em. Haug** a étudié les fossiles trouvés par M. Foureau; il paraissent appartenir à l'époque crétacée. — M. **C. Noël** a constaté que les galets du grès vosgien renferment des quartzites du Dévonien et du Silurien, et des lydiennes appartenant toutes au Silurien supérieur.

Séance du 20 Juin 1904.

M. **Eug. Tisserand** est élu Correspondant dans la Section d'Economie rurale, et M. **E. Metchnikoff** Correspondant dans la Section d'Anatomie et Zoologie. — La Section d'Economie rurale présente la liste suivante de candidats pour la place laissée vacante par le décès de M. Duclaux : 1° M. **L. Maquenne**; 2° MM. **G. André, G. Bertrand, Kunckel d'Herculais, L. Lindet** et **P. Viala.**

1° Sciences mathématiques. — M. **W. Stekloff** présente ses recherches sur la théorie générale des fonctions fondamentales. — M. **N. Nielsen**, en prenant deux équations fonctionnelles comme définition des fonctions sphériques, en déduit une théorie nouvelle de ces dernières. — M. **G. Remoundos** démontre le théorème suivant : $F(z)$ étant une fonction entière d'ordre ρ et à croissance régulière, si on la multiplie par une autre fonction entière $G(z)$ quelconque d'ordre au plus égal à ρ, le produit, lorsque son ordre est égal à ρ, est toujours à croissance régulière. — M. **P. Painlevé** signale un exemple simple où une position régulière d'équilibre est stable, bien que la fonction de forces prenne dans le voisinage de cette position des valeurs de signes contraires. — M. **Ch. Renard** détermine les valeurs d'empennage strict des carènes des ballons dirigeables.

2° Sciences physiques. — M. **C. Chéneveau** a constaté que la différence des pouvoirs réfringents équivalents de deux sels de bases avec un même acide est un nombre indépendant de la nature de l'acide; il en est de même de deux sels d'acides avec une même base. — M. **Ch. Fabry** a observé que la lumière émise par le fluorure de calcium dans l'arc électrique présente, outre le spectre du métal, un très brillant spectre de bandes, dû probablement aux vapeurs de fluorure non décomposé. — MM. **A. Cotton** et **H. Mouton** ont étudié le déplacement des particules en suspension des colloïdes soumis à l'influence du courant. Tandis que les particules centrales du liquide remontent le courant, celles des parties superficielles le descendent. — M. **M. Berthelot** signale la difficulté de l'étude des émanations et la possibilité d'expliquer quelques effets qu'on leur attribue par des traces des substances volatiles multiples contenues dans l'atmosphère et condensables à la surface des corps. — M. **J. Becquerel** a constaté que l'action des rayons N ou N_1 sur le sulfure de calcium ne se produit plus lorsque le faisceau traverse un champ magnétique dans la direction normale aux lignes de force; au contraire, l'action se transmet parallèlement au champ. — M. **E. Rothé** décrit une méthode photographique pour étudier l'action des rayons N sur la phosphorescence; ceux-ci paraissent, sinon augmenter l'éclat du sulfure, du moins diminuer la vitesse avec laquelle la phosphorescence décroît. — M. **C. Gutton** a observé que la sensibilité des substances phosphorescentes aux rayons N est très variable avec leur couleur; celles à phosphorescence : violette, sont le plus sensibles; verte, le sont moins; orange, ne le sont pas du tout. — M. **H. Pellat** montre que les rayons magnétocathodiques n'ont rien de commun avec les phénomènes de magnétofriction. — M. **Ch. Fortin** fait voir que les rayons magnétocathodiques se comportent vis-à-vis du champ électrostatique comme le feraient des rayons cathodiques ordinaires enroulés autour des lignes de force magnétique en hélice de rayon très petit. — M. **Ch. Nordmann** décrit un procédé qui permet d'enregistrer d'une manière continue la déperdition d'un électroscope chargé sous l'influence d'un gaz ionisé, ou de la connaître à chaque instant par une simple lecture et sans aucune intervention opératoire. — M. **Eug. Bloch** a observé que les ions qui donnent leur conductibilité aux gaz récemment préparés ressemblent, par toutes leurs propriétés, à ceux de l'émanation du phosphore et à ceux des gaz de l'électrolyse. — M. **L. Guillet** a constaté que l'azote contenu dans la boîte de cémentation, et qui intervient dans l'utilisation de certains céments en formant un cyanure, ne s'épuise pas. Les éléments dissous dans le fer retardent la cémentation; ceux qui paraissent être à l'état de carbure double l'avancent. — MM. **H. Moissan** et **K. Hoffmann**, en chauffant au four électrique un mélange de fonte de molybdène, de C et d'Al en excès, ont obtenu un carbure de molybdène MoC. C'est un corps dur, difficilement attaquable par les acides et par la vapeur d'eau au-dessous de 600°. — M. **P. Lebeau**, par la fusion d'un mélange de $CaCO^3$ et de Li^2CO^3 dans un courant de CO^2, a obtenu un liquide limpide, qui se solidifie en une masse blanche cristalline. Elle se dissocie sous l'action de la chaleur et du vide en donnant des mélanges isomorphes, cristallisés en octaèdres réguliers, de chaux et de lithine. — MM. **A. Hollard** et **Bertiaux** séparent électrolytiquement le nickel du zinc en faisant passer ce dernier à l'état de nitrite de zinc et d'ammoniaque, qui ne s'électrolyse pas. — M. **H. Pécheux** a obtenu, par fusion directe des constituants, quatre alliages bien définis d'aluminium et d'antimoine : $SbAl^{30}$, $SbAl^{35}$, $SbAl^{38}$ et $SbAl^{40}$. Ils se dilatent en se solidifiant. — M. **G. Denigès** a obtenu comme produit intermédiaire, dans l'hydrogénation de l'acétone, le diméthylisopropylcarbinol $(C^3H^7)(CH^3)^2C.OH$. Cette réaction paraît être générale. — M. **J. Hamonet**, en faisant réagir la bromoamyline méthylénique sur le dérivé magnésien de la bromoamyline tétraméthylénique, a obtenu la diamyline pentaméthylénique, $C^5H^{11}O(CH^2)^5OC^5H^{11}$, à partir de laquelle il a préparé le dibromo et le diiodopentane, F. — 34° et F. + 9°. — M. **Ch. Mayer** a préparé divers produits de condensation des phénols et des amines aromatiques avec la benzylidène-aniline. — M. **J. Schmidlin** a constaté que les sels normaux triacides des rosanilines peuvent absorber quatre molécules d'HCl pour former des heptachlorhydrates incolores, qu'il considère comme des trichlorhydrates de tétrachlorocyclohexane-rosanilines. — M. **M.-E. Pozzi-Escot** a préparé divers colorants azoïques dérivés du 2 : 2-dinaphtol; ils n'ont pas d'intérêt pratique. — M. **A. Trillat** montre que, dans toute combustion, même celle des hydrocarbures, il peut se former de la formaldéhyde, qui se dégage avec les fumées. — M. **J.-E. Abelous** a reconnu la présence de la diastase oxydoréductrice chez la pomme de terre. — Mme **Z. Gatin-Gruzewska** a constaté que le poids moléculaire du glycogène (1620) donné par Sabanejew est faux. Ou bien ce corps est très peu soluble dans l'eau, et son poids moléculaire est infiniment grand; ou bien il est insoluble, et son poids moléculaire reste indéterminé. — Mlle **Ch. Philoche** a observé que la maltase conserve son activité initiale pendant trente-huit heures en présence des produits de la réaction. — MM. **H. Labbé** et **Morchoisne** ont reconnu que le métabolisme des matières azotées végétales dans l'organisme humain fournit normalement une proportion moindre d'urée que celui des matières azotées d'origine animale (environ 1/3 en moins). — MM. **L. Lindet, L. Ammann** et **Houdet** ont étudié les phénomènes chimiques qui caractérisent la maturation des fromages.

3° Sciences naturelles. — M. **A. Chauveau** démontre que, dans l'action des muscles fléchisseurs et extenseurs de l'avant-bras pour le soutien d'une charge, il s'ajoute, à la dépense fondamentale provoquée par le

travail propre d'équilibration des charges, celle qui est nécessaire à la mise en train de l'activité des muscles alternants. — MM. **H. Bierry** et **André Mayer**, par l'étude des troubles physiologiques comme des lésions histologiques des chiens ayant reçu des injections de sang hépatotoxique, sont amenés à affirmer la spécificité de son action. — M. **L. Roule** montre que les Antipathaires représentent, dans la Nature actuelle, les formes archaïques des Anthozoaires, apparentées de près aux Scyphoméduses. — M. **J. Kunckel d'Herculais** signale, dans les relations des Lépidoptères Limacodides avec leurs Diptères parasites, Bombylides du genre *Systropus*, une adaptation parallèle de l'hôte et du parasite aux mêmes conditions d'existence. — M. **C. L. Gatin** montre que les trois modes de germination des Palmiers distingués par M. Micheels ne présentent entre eux que des différences superficielles, dues à la forme de leurs plantules et surtout à un développement plus ou moins rapide. — MM. **J. Almera** et **J. Bergeron** ont constaté l'existence de nappes de recouvrement dans le massif montagneux du Tibidabo au nord de Barcelone. — M. **Ed. Bureau** a déterminé deux plantes fossiles envoyées des environs de Béchar par le lieutenant Poirmeur. Elles établissent l'existence des dépôts houillers d'eau douce dans le Sud-Oranais et l'ouest du Maroc. — M. **J. Thoulet** a dressé, d'après les données recueillies par le prince de Monaco, la carte bathymétrique des environs des Açores et plusieurs cartes accessoires.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 7 Juin 1904.

M. le Président annonce le décès de M. **Louis Vincent**, Correspondant national.

M. R. Blanchard présente un Rapport sur un travail du Dr **E. Brumpt** relatif à la transmission de la maladie du sommeil par les mouches tsé-tsé. Il est probable que le Trypanosome n'est pas seulement transmis par la *Glossina palpalis*, mais aussi par la *Gl. fusca*. De même, le nagana, quoique disséminé surtout par la *Gl. morsitans*, l'est aussi par les Taons. Il y aurait lieu d'étudier le rôle exact de toutes les mouches piqueuses et leur distribution géographique. — M. le Dr **Témoin** donne lecture d'un travail sur la conservation du chloroforme pur et inaltérable. — M. le Dr **Lagrange** lit un Mémoire sur le traitement de la myopie par l'extraction du cristallin transparent.

Séance du 14 Juin 1904.

M. **Yvon** présente, au nom de la Commission des médicaments héroïques, un Rapport proposant au Gouvernement français d'adhérer aux décisions de la Conférence internationale de Bruxelles. — M. **François-Franck** communique le Rapport sur le concours pour le Prix Pourat. — M. **Chauvel** présente un Rapport sur le Mémoire du Dr **Lagrange** (voir ci-dessus). L'auteur a pratiqué l'ablation du cristallin dans vingt cas de forte myopie; dans plusieurs cas, l'opération a dû être répétée plusieurs fois. Les malades en ont généralement retiré bénéfice. — MM. **Tuffier** et **A. Mauté** communiquent un travail sur la séparation endo-vésicale des urines et sa valeur au point de vue du diagnostic de l'état anatomique et fonctionnel du rein. — M. le Dr **Marchais** donne lecture d'une étude sur le traitement des varices par la marche. — M. le Dr **Glover** lit un Mémoire sur le traitement local direct intensif en thérapeutique interne par la rachi-injection directe aseptique de caféine, de pilocarpine, d'atropine, de morphine, d'ergotine. — M. **Triboulet** donne lecture d'un travail intitulé : A propos de thérapeutique et de prophylaxie anti-cancéreuses dans les campagnes. — MM. **Lemoine** et **Doumer** : Notes sur le traitement des tumeurs de l'estomac par les rayons X. — M. **Clément** : Action de l'acide formique sur le système musculaire.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 28 Mai 1904.

M. le Président annonce le décès de M. **J. Michon**, membre de la Société.

M. **P. Delbet** a obtenu par l'emploi du sérum de Raymond Petit la guérison d'une infection puerpérale qui avait résisté au curettage et aux moyens ordinaires. — M. **M. Nicloux** a constaté, par l'étude de l'action de la température, des produits de la réaction, de la vitesse de saponification, un parallélisme complet entre le cytoplasma de la graine de ricin et les diastases. — MM. **Ed. Meyer** et **M. Lambert** ont observé la production de rayons N pendant la coagulation du sang. — M. **L. Léger** montre que le *Spheractinomyxon* et le *Triactinomyxon* ont un mode de développement à peu près semblable, malgré les différences importantes dans la forme de leurs spores et dans leur habitat. — M. **J. Battelli** a reconnu que les globules sanguins étrangers injectés dans les vaisseaux d'un animal normal d'espèce différente subissent une hémolyse extrêmement rapide si le sérum de cet animal possède une action hémolytique contre ces globules. — M. **F. Ladreyt** a constaté que le pigment du *Sipunculus nudus* est une substance (acide urique) excrétée par les chloragogènes ou s'accumulant du canal œsophagien dorsal pour être transportée par les excrétophores dans l'organisme tout entier. — M. **J. Lesage** montre que les naphtols présentent une grande toxicité vis-à-vis du chat, presque égale pour les naphtols α et β. Le lapin est vingt-cinq fois moins sensible. — MM. **Doyon**, **N. Kareff** et **Billet** ont confirmé, par l'examen histologique, la diminution de la teneur du foie en glycogène sous l'influence de l'injection de pilocarpine. — Mlle **H. Richardson** répond à certaines critiques adressées par M. Giard à son travail sur les Bopyrides. — MM. **Em. Bourquelot** et **L. Marchadier** : Etude des anaéroxydases (voir p. 617). — M. **Em. Bourquelot** attribue l'histoire des fèves sanglantes de Pythagore au développement de microbes chromogènes sur ces dernières. — M. **L. Lapicque** ramène à une adaptation darwinienne la sensibilité au contact chez la sensitive. — MM. **V. Henri** et **A. Mayer** montrent que la précipitation d'un colloïde négatif (Ag colloïdal) par un colloïde positif (hydrate ferrique) est un phénomène réversible. La stabilisation d'un colloïde instable par l'addition d'un colloïde stable de même signe n'est pas réversible. — Mme **Girard-Mangin** et M. **V. Henri** ont trouvé que l'addition d'un colloïde stable empêche quelquefois, mais le plus souvent retarde nettement la précipitation d'un colloïde négatif par un colloïde positif. — M. **M. Nicloux** a constaté que l'action lipolytique du cytoplasma de la graine de ricin n'est pas due à un ferment soluble; l'eau enlève à l'agent saponifiant son pouvoir hydrolysant. — MM. **Ménétrier** et **Aubertin** montrent que la notion classique de la décoloration des muscles dans les états anémiques est en contradiction avec les faits et qu'il y a indépendance entre l'hémoglobinie musculaire et l'hémoglobinie sanguine. — MM. **A. Gilbert** et **P. Lereboullet** ont reconnu que le xanthelasma est toujours lié à l'ictère, mais l'ictère peut être cholurique ou acholurique. — MM. **D. Courtade** et **F. Guyon** ont observé qu'il existe un circuit nerveux ininterrompu entre les rameaux gastriques du vague et les filets nerveux de la vésicule biliaire. — M. **J. Tissot** a constaté que la respiration dans une atmosphère dont l'oxygène est considérablement raréfié n'est accompagnée d'aucune modification des combustions intraorganiques. — MM. **P. Nobécourt** et **G. Vitry** ont étudié les modifications des solutions de NaCl à 7 et 20 ‰ dans l'intestin grêle du lapin au bout d'un temps variable. — M. **Levaditi** a reconnu que les globules blancs sont les principaux producteurs d'anticorps chez les organismes immunisés. — M. et Mme **Al. Werner** ont observé que l'oxygène est nécessaire à la pullulation des bacilles typhiques; mais, d'autre part,

il détruit la toxine sécrétée par eux. — M. G. **Loisel** confirme la présence de poisons en grande quantité dans les glandes génitales et la très grande prépondérance de la virulence de l'ovaire comparée à celle du testicule. — M. E. **Maurel** montre que, d'une manière générale, certains vêtements font diminuer le poids des cobayes pourvus de leurs poils. — MM. G. **Patein** et Ch. **Michel** : L'albumosurie de Bence-Jones (voir p. 616). — M. **Wlaeff** signale certains faits de transmission héréditaire de l'immunité contre les blastomycètes pathogènes. — MM. Ch. **Achard** et G. **Paisseau** ont étudié l'élimination comparée de l'urée et du bleu de méthylène chez divers sujets normaux ou pathologiques. — M. G. **Humbert** a constaté que la tuberculose diminue d'une façon très notable la résistance des hématies chez l'animal.

Séance du 4 Juin 1904.

MM. E. **Gérard** et **Ricquiet** ont réalisé à la fois l'oxydation de la morphine en oxymorphine et la réduction de l'oxymorphine pure en morphine par l'extrait aqueux de rein de cheval. — M. **Aug. Pettit** a constaté que l'injection intra-veineuse de quantités minimes de sérum d'Anguille détermine, chez la Poule et le Pigeon, la pyknose d'un grand nombre de noyaux des cellules du lobe glandulaire de l'hypophyse. — M. Ch. **Mourre** a observé que, chez le Cobaye, l'aspect des corpuscules de Nissl varie dans de larges limites dans les conditions normales. — Le même auteur a reconnu qu'il n'existe pas de corrélation entre le genre des symptômes provoqués par divers empoisonnements et la nature des lésions cellulaires. — M. J. **Rouget** a constaté que le liquide céphalo-rachidien des génisses vaccinifères présente une lymphocytose très nette au cinquième jour de l'évolution vaccinale. — M. Ch. **Nicolle** a trouvé chez le *Lacerta ocellata* une nouvelle Hémogrégarine, qu'il nomme *H. biretorta*. — MM. Edm. et Et. **Sergent** ont inoculé à divers animaux la trypanosomiase des Dromadaires d'Algérie. La virulence est restée la même pour le lapin et le cobaye ; elle s'est accrue chez les rats blancs et les souris blanches. — M. J. **Renaut** a découvert dans le tissu conjonctif une espèce nouvelle de cellules fixes, les cellules connectives rhagiocrines, distinctes des cellules connectives ordinaires. — M. **Marcel Cordier** a constaté que la chlorophylle aqueuse comme la chlorophylle alcoolique empêche la coagulation du sang. — M. G. **Rosenthal** signale un procédé de culture des anaérobies gazogènes en tubes cachetés étranglés. — MM. G. **Rosenthal** et P. **Chazarain** ont étudié les effets cachectisants des toxines de l'entérocoque; les principes cachectisants ne sont détruits ni par l'ébullition, ni à 110°. — M. H. **Vincent** a observé une influence favorisante du chlorure de sodium sur certaines infections. — MM. A. **Gilbert** et P. **Carnot** montrent que la rétention des chlorures dans la pneumonie semble être un phénomène de défense de l'organisme, NaCl diminuant la végétabilité du pneumocoque et augmentant, à petites doses, la résistance de l'organisme. — M. J. **Laurent** a constaté que la culture en solutions concentrées de glycérine provoque chez certains végétaux des réactions de même ordre que l'action de certains parasites. — M. **Vasilescu** indique un procédé simple pour obtenir des cultures homogènes de bacille de Koch. — Mme **Girard-Mangin** et M. V. **Henri** ont poursuivi leurs recherches sur l'agglutination des globules sanguins. En lavant les globules rouges d'un animal par une solution isotonique de saccharose, on les rend sensibles à leur propre sérum, qui les agglutine à faible dose. Le phénomène d'agglutination par les sérums diffère en plusieurs points de l'agglutination par l'hydrate ferrique colloïdal. — M. J. **Lesage** a observé que le suc pancréatique du chien, injecté dans les veines du même animal, détermine une chute remarquable de la pression sanguine, une accélération notable du pouls et un ralentissement des mouvements respiratoires avec augmentation de leur amplitude. — Le même auteur a constaté que le poids de l'extrait sec de 100 grammes de suc pancréatique de sécrétine peut varier de 2 à 9,33 grammes. — M. J. **Tissot** montre que les combustions intraorganiques, évaluées d'après les échanges respiratoires, sont indépendantes de la proportion d'oxygène contenue dans le sang artériel. — MM. H. **Claude** et M. **Villaret** ont observé que, chez des animaux en état de jeûne absolu ou relatif, l'injection de NaCl détermine une augmentation notable de l'amaigrissement et des éliminations. — MM. P. E. **Weil** et A. **Clerc** étudient la splénomégalie avec anémie et myélémie chez le nourrisson et l'adulte. — M. J. **Lefèvre** montre que, pour les moteurs animés comme pour les moteurs vivants, les expériences de M. Chauveau permettent de dissocier l'énergie totale en quatre termes : 1° le travail moteur; 2° l'énergie consacrée à la force de soutien des charges ; 3° l'énergie employée à la création de la vitesse à vide; 4° l'énergie tonique qui met le muscle vivant au seuil du fonctionnement.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE MARSEILLE

Séance du 17 Mai 1904.

M. **Rietsch** a reconnu que les cultures en présence de caféine ne permettent guère de déceler le bacille d'Eberth en présence du colibacille. — M. A. **Briot** a étudié la sécrétion rouge des Aplysies. En solution, elle présente un spectre avec deux bandes d'absorption, l'une entre D et E, l'autre entre *b* et F. — MM. **Oddo** et **Olmer** n'ont pas trouvé de lésions histologiques suffisantes pour expliquer la mort dans l'intoxication phosphorée expérimentale.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 3 Juin 1904.

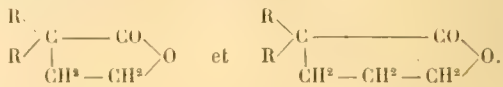
M. P. **Villard** communique ses recherches sur les rayons cathodiques. La *Revue* publiera prochainement une Note détaillée sur ce sujet. — M. Langevin présente les recherches de M. E. **Rothé** *sur la polarisation des électrodes*. On sait que, pour les forces électromotrices inférieures à celles qui produisent l'électrolyse, le système des électrodes et de l'électrolyte se comporte en apparence comme l'ensemble de deux condensateurs couplés en cascade, correspondant chacun à l'une des électrodes et dont les armatures, séparées par un intervalle extrêmement petit, seraient les deux faces d'une couche double séparant le métal du liquide. M. Bouty, puis M. Berthelot ont été conduits à considérer comme insuffisante la notion du condensateur électrolytique, auquel on devrait d'ailleurs attribuer une capacité variable avec la force électromotrice, et à supposer que la polarisation implique une modification en volume des électrodes, analogue à celle des plaques d'un accumulateur. Cette notion est, d'ailleurs, en complet accord avec les idées de M. Nernst sur l'origine de la couche double, où un rôle fondamental est joué par une conception nouvelle, celle de la *pression de dissolution*. De même qu'un corps dissous doit, pour l'équilibre, se répartir entre deux milieux non miscibles de manière que le rapport de ses concentrations ou de ses pressions osmotiques dans les deux milieux soit constant et égal au coefficient de répartition de la substance entre les milieux, M. Nernst admet, pour les ions chargés présents dans l'électrolyte, une propriété semblable. Leur pression osmotique ne peut avoir une valeur finie P dans l'électrolyte au voisinage immédiat de l'électrode sans qu'ils soient présents en même temps dans la masse de celle-ci en quantité proportionnelle à P. Mais, en raison de la charge électrique portée par les ions, cette pression de dissolution P peut être différente de la pression osmotique p de ces mêmes ions dans la masse de l'électrolyte, si une différence de potentiel V, proportionnelle à $\log \frac{P}{p}$, existe entre l'électrode et la solution, due aux ions chargés

présents au voisinage de la surface, et ayant pour effet de s'opposer à la diffusion qui tend à égaliser la pression osmotique des ions entre les différentes régions du liquide. La valeur finie de la différence de potentiel V, due à la couche d'ions, implique une valeur finie de leur pression osmotique P au voisinage immédiat du métal et, par suite, dans la masse même de celui-ci, dans un rapport déterminé par le coefficient de répartition de la matière correspondante entre le métal et l'électrolyte. S'il s'agit d'hydrogène, par exemple, pour le métal employé comme cathode, la production de la couche double cathodique, au moment de la polarisation, implique dissolution d'hydrogène dans le métal en proportion variable avec sa nature et avec la force électromotrice employée; cette dissolution d'hydrogène correspond au passage d'un courant qui sera le courant de polarisation, l'hydrogène gazeux commençant à se dégager du métal pour produire l'électrolyse franche lorsque la concentration de cet hydrogène dissous dépassera celle qui peut être en équilibre avec de l'hydrogène gazeux sous la pression totale que supporte le voltamètre. L'étude oscillographique, faite par M. Rothé, du courant de polarisation confirme l'existence d'une modification en volume de l'électrode. En employant deux électrodes de surfaces très différentes, de manière qu'une seule d'entre elles soit appréciablement polarisée, il constate d'abord une dissymétrie très grande entre les variations du courant suivant que la petite électrode est anode ou cathode. Dans le cas de la polarisation cathodique du mercure, où les phénomènes sont particulièrement nets à cause de la grande vitesse avec laquelle l'hydrogène dissous se diffuse dans la masse de l'électrode, l'oscillographe donne un courant d'abord intense, qui dure un temps très court, un premier palier dont la forme dépend uniquement de la *surface* de l'électrode, puis l'intensité diminue pour rester constante pendant un temps généralement plus long, donnant le *palier principal* de la courbe, dont la longueur augmente avec le *volume* de l'électrode à surface égale. Enfin, le régime permanent établi, le courant tombe à une valeur très faible. Le premier palier paraît correspondre à une modification superficielle due à l'arrivée des ions hydrogène provenant du liquide; puis, pour l'équilibre, cette modification superficielle doit s'étendre à la profondeur par dissolution et diffusion progressive de l'hydrogène dans la masse, et le courant correspondant fournit le palier principal. Les variations de l'allure des courbes avec la force électromotrice employée, la concentration des dissolutions, la nature du métal confirment entièrement cette manière de voir. C'est également dans l'effet de volume qu'on trouve l'explication des *résidus* qui ne disparaissent qu'avec une extrême lenteur quand le voltamètre est mis en court-circuit; à cause de ces résidus, la capacité de polarisation d'un voltamètre dépend de l'état antérieur des électrodes et du temps pendant lequel elles ont été mises en court-circuit. La mesure du courant permanent qui traverse l'électrolyte, pour des forces électromotrices variables, a également prouvé la continuité qui existe entre la polarisation et l'électrolyse. La force électromotrice minima pour laquelle se produit le dégagement de bulles gazeuses visibles peut, conformément aux idées précédentes, varier avec la disposition expérimentale, en particulier avec le rapport des surfaces des deux électrodes. Si l'une d'elles est de dimensions considérables par rapport à l'autre, la polarisation pourra être complète sur cette dernière, c'est-à-dire que le dégagement de bulles pourra s'y produire avant que l'autre électrode soit sensiblement modifiée; on pourra ainsi avoir dégagement gazeux *sur une seule électrode* pour une force électromotrice égale ou supérieure à la force contre-électromotrice de polarisation de cette électrode seule, c'est-à-dire inférieure à la force électromotrice qui produit le dégagement simultanément sur les deux électrodes et qui doit les polariser toutes deux.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 10 Juin 1904.

M. **G. Blanc** donne une méthode générale de préparation des lactones de la forme :



Il suffit de réduire les anhydrides des acides bibasiques par le sodium et l'alcool absolu. Les rendements sont généralement très satisfaisants. Comme application de cette réaction, M. Blanc a fait la synthèse de l'acide β-β-diméthyladipique en partant de la lactone correspondant à l'anhydride β-β-diméthylglutarique. Cet acide est identique à l'acide provenant de l'oxydation de l'α-ionone; il fond à 87-88°. La lactone d'où il dérive bout à 234-235° et fond vers 34°. — MM. **L. Maquenne** et **Goodwin** signalent quelques propriétés nouvelles du cellose; ce corps donne deux octoacétines isomériques qui fondent respectivement à 228° et 196°, et un acide monobasique particulier, l'acide cellobionique $C^{12}H^{22}O^{12}$, qui est isomère des acides maltobionique et lactobionique. — M. **L.-J. Simon** fait part à la Société de ses recherches sur l'éther oxalacétique. — M. **A. Wahl**, au nom de M. **L. Bouveault** et au sien, décrit la préparation du *dicétobutyrate d'éthyle* $CH^3CO.CO.CO.OC^2H^5$, premier terme de la série encore inconnue des éthers α-β-dicétoniques. Il s'obtient facilement avec des rendements de 60 °/₀ en traitant l'éther acétylacétique par Az^2O^3 en présence d'anhydride acétique. C'est un liquide jaune mobile, Eb. 80-82° sous 20 millimètres, se combinant à l'eau en s'échauffant et en se décolorant; il se forme l'*hydrate* $C^6H^8O^4 + {}^1/_2H^2O$ cristallisé, F. vers 120°. Le *dicétobutyrate de méthyle* bout à 70° sous 18 millimètres et donne un *hydrate* avec $1H^2O$, F. 79°. Ces éthers donnent avec la semicarbazide des *disemicarbazones* et avec la phénylhydrazine à froid des *monophénylhydrazones*. A chaud, il se forme la *phénylhydrazopyrazolone*, F. 155-157°, absolument identique à celle obtenue par Japp et Klingemann, Knorr et Bulow, en combinant le benzène-azoacétylacétate d'éthyle avec une molécule de phénylhydrazine. Ce fait constitue un argument sérieux en faveur de la formule hydrazonique du benzène-azoacétylacétate d'éthyle, actuellement très discutée. Les monophénylhydrazones des dicétobutyrates, chauffées en solution acétique, donnent de l'*acide rubazonique*, qui est un dérivé du pyrazol; la phénylhydrazine s'est donc fixée sur le carboxyle β. Une autre preuve en est fournie par ce fait qu'en les combinant à une molécule de p-nitrophénylhydrazine, on obtient la *p-nitrophénylhydrazopyrazolone*, identique à celle obtenue en traitant le p-nitrobenzène-azoacétylacétate d'éthyle par 1 mol. de phénylhydrazine. — M. Verneuil présente une Note de M. **Bailhache** *sur le dosage volumétrique de l'azote nitrique par le protosulfate de fer*. — M. Le Bel rend compte d'une recherche de M. **Hatt** qui s'est proposé de créer une méthode de dosage dans le tabac des bases nouvellement découvertes par MM. Pictet et Rotschy. Ces auteurs ont indiqué que la nicotéine et son chlorhydrate sont tous deux lévogyres, alors que la nicotine, lévogyre à l'état libre, devient dextrogyre à l'état de chlorhydrate. On a pu baser sur cette propriété, pour comparer la richesse des tabacs en nicotéine, la méthode approximative suivante : 1° Epuiser une quantité donnée de tabac par une quantité donnée d'eau; 2° Distiller le jus ainsi obtenu, après addition de soude, et en remplaçant l'eau au fur et à mesure, jusqu'à ce qu'on ait obtenu en distillat environ vingt fois le poids des feuilles mises en œuvre; 3° Continuer la distillation, recueillir à part une quantité déterminée de distillat et la saturer par liqueur titrée chlorhydrique. On a un mélange de chlorhydrates lévogyres, où, par conséquent, la nicotéine domine;

4° Prendre le pouvoir rotatoire de ce mélange; puis ajouter de la soude : on obtient au polarimètre un deuxième chiffre qui permettrait avec le premier de calculer la nicotine et la nicotéine si ces deux bases existaient seules. L'auteur se réserve d'appliquer ce procédé à l'étude comparative de tabacs d'origines diverses; il a pu déjà se rendre compte que le tabac du Kentucky renferme moins de nicotéine que le tabac du Pas-de-Calais. L'auteur a aussi étudié les alcalis fixes restant après ces distillations, et qu'il extrayait en traitant par le benzène le résidu évaporé sur la chaux vive. Il a observé dans ces corps des propriétés toxiques très redoutables, soit par injections hypodermiques (l'expérience a été faite sur des cobayes), soit pour le fumeur quand on les incorpore dans le tabac; mais ces corps n'existent qu'en quantités très faibles, variables, du reste, d'un tabac à l'autre.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 28 Avril 1904 (suite).

Sir **N. Lockyer** et **M. W. J. S. Lockyer** : *Les variations de pression atmosphérique à courte période à la surface de la Terre.* Les auteurs ont déjà reconnu antérieurement que les variations de pression atmosphérique à courte période sont exactement inverses les unes des autres aux Indes et à Cordoba. Désignant par (+) le premier type et par (—) le second, ils en ont étudié la répartition à la surface de la Terre. Les régions qui offrent seulement une prédominance de l'un ou de l'autre type ont été désignées par (+ ?) et (— ?). Enfin, ils ont appelé (± ?) les régions qui présentent un mélange à peu près égal des deux types. Au type (+) appartiennent les Indes, l'Arabie, la Perse, l'Indo-Chine, les îles de la Sonde, l'Australie; au type (—), l'Amérique du Sud, le Mexique, les îles Hawaï; au type (+?), l'Afrique australe et orientale, l'Egypte, la Turquie, l'Islande; au type (— ?), le Sénégal, les Açores, les Antilles, le centre des États-Unis, la Sibérie, le nord de la Russie et de la Suède; au type (± ?), l'Europe occidentale, l'Angleterre et l'est des États-Unis et du Canada. Au moyen d'une ligne approximativement neutre, on peut diviser la Terre en deux régions offrant une prédominance de l'un ou l'autre type principal. — **M. P. E. Shaw** : *Sur la distance explosive entre les surfaces chargées électriquement.* Des recherches ont été entreprises sur ce sujet en 1901 par R. F. Earhart, qui a employé des voltages compris entre 1.000 et 38 volts, les distances correspondantes étant comprises entre 100 microns et 1/4 de micron. Dans ce Mémoire, les voltages s'étendent de 150 à 1/5, et les distances de décharge de 1 micron à 1/500 de micron. L'instrument qui a servi à mesurer ces faibles distances est le micromètre électrique, qui agit d'après le principe de la touche électrique, et qui convient par conséquent tout spécialement aux mesures de ce genre. On a trouvé que le rapport entre le voltage et la distance explosive est linéaire, et part de l'origine; pour cette raison, il est évident qu'il n'y a aucun changement de la force diélectrique dans une ou plusieurs pellicules existant sur les surfaces des corps solides employés aux points de décharge. Puisque la tension de 1 volt ou environ est si fréquemment employée dans les circuits électriques, il est particulièrement intéressant de connaître la distance explosive pour ce voltage; elle est d'environ 1/100 de micron, et, à moins qu'une pression suffisante ne soit exercée pour éliminer la poussière ou les pellicules, jusqu'à ce que les surfaces des métaux s'approchent à cette distance, aucun courant ne peut passer. Les deux surfaces employées pour la décharge sont un corps rond et un plan, généralement en platine iridié poli. La pression utilisée est la pression atmosphérique. En travaillant avec des distances si petites, on doit prendre grand soin d'exclure les vibrations étrangères, et de repolir les surfaces après chaque décharge, excepté lorsque les voltages sont moindres que 10. Dans chaque cas, la décharge est observée par un téléphone convenablement shunté. — **M. Sh. Bidwell** : *Sur les variations de force thermo-électrique produites par la magnétisation et leur relation avec les tensions magnétiques.* L'auteur a déjà montré antérieurement qu'il y a une correspondance apparente entre les effets de la magnétisation sur le pouvoir thermo-électrique et sur les dimensions. Un barreau de fer magnétisé est soumis à une déformation compressive, purement mécanique, dont la résultante est une contraction exprimée, en fraction de la longueur originale, par le rapport de la force de traction au module de Young. Le calcul montre que cette contraction est représenté en dix-millionièmes par l'expression $(2\pi I^2 + HI)/200\ g$. On a tracé des courbes donnant la variation de force thermo-électrique et la variation de longueur par rapport à H, et, en corrigeant ces dernières pour la tension mécanique et choisissant une échelle d'ordonnées convenable, on observe que les deux courbes coïncident presque. La variation de pouvoir thermo-électrique due à la magnétisation est donc proportionnelle à l'élongation corrigée; mais le facteur de proportionnalité diffère pour les divers spécimens et pour les diverses conditions physiques du même spécimen. Pour le nickel, les courbes de variation de longueur et de variation de force électromotrice, lorsque l'une des deux est inversée, coïncident presque exactement sans qu'il soit besoin d'y apporter de correction pour la déformation mécanique. Cela tient à ce que la correction est excessivement faible pour le nickel, tandis qu'elle est très forte pour le fer. — **MM. E. F. Armstrong** et **R. J. Caldwell** présentent la suite de leurs recherches sur les enzymes sucroclastiques et l'action sucroclastique des acides comparée à celle des enzymes. — **M. H. E. Armstrong**, se basant sur les résultats de ces recherches, montre la difficulté d'expliquer l'action des enzymes comme agents d'hydrolyse par l'hypothèse de la dissociation ionique. Il pense, au contraire, que les enzymes portent l'eau sur les hydrates de carbone en se combinant avec les deux; l'hydrolyse dépendrait donc d'un phénomène d'association.

Séance du 5 Mai 1904.

La Société procède à l'élection annuelle de 15 nouveaux membres. Sont élus : **MM. Th. G. Brodie, S. G. Burrard, A. C. Dixon, J.-J. Dobbie, Th. H. Holland, C.-J. Jolly, H. Marshall, Ed. Meyrick, Al. Muirhead, G.-H.-F. Nuttall, A. E. Shipley, M.-W. Travers, H. Wager, G.-T. Walker** et **W.-W. Watts.**

M. le lieutenant-colonel **Al. Cunningham** a comparé les tables de W. Shanks sur « le nombre de figures dans la réciproque d'un nombre premier » avec celles de Kessler et de Hertzer et y a relevé un certain nombre d'erreurs; il donne sous forme de tableau les corrections à introduire dans ces tables. — **MM. Benjamin Moore** et **Herbert E. Roaf** : *Sur certaines propriétés physiques et chimiques de solutions de chloroforme dans l'eau, les solutions salines, le sérum et l'hémoglobine. Contribution à la chimie de l'anesthésie.* 1° Les expériences rapportées dans ce Mémoire semblent justifier la conclusion que le chloroforme forme un composé chimique instable ou un assemblage physique avec les protéides qui ont servi à l'expérience et qu'il circule avec le sang dans cet état de combinaison. Puisque les protéides constituent le protoplasma des cellules vivantes, il semble probable que le chloroforme et les autres anesthésiques doivent former des combinaisons semblables avec le protoplasma, et que l'anesthésie est due à la formation de tels composés, qui limitent l'activité chimique du protoplasma. Les composés sont instables et ne restent formés qu'aussi longtemps que la pression de l'anesthésique dans la solution est maintenue. De tels composés ne sont pas formés seulement par l'hémoglobine, mais par les protéides du sérum, et, pour cette raison, la position prise par l'anesthésique dans l'hémoglobine n'est pas celle de l'oxygène respiratoire. Ceci est de plus prouvé par le fait que le pouvoir de porteur d'oxygène de l'hémoglobine

n'est pas annihilé en présence du chloroforme. Les faits sur lesquels les auteurs se basent pour prouver la formation d'un composé ou d'un assemblage entre le chloroforme et les protéides du sérum ou l'hémoglobine peuvent se résumer comme suit : *a*) Le chloroforme a une beaucoup plus grande solubilité dans le sérum ou les solutions d'hémoglobine que dans les solutions salines ou l'eau; *b*) Même dans les solutions diluées à la même pression, la quantité de chloroforme dissoute dans le sérum ou dans une solution d'hémoglobine est considérablement plus élevée que dans une solution saline ou dans l'eau; *c*) La courbe des pressions et des concentrations pour l'eau et les solutions salines est une ligne droite, tandis que, pour le sérum et les solutions d'hémoglobine, c'est une courbe, indiquant l'existence d'une association aux plus hautes pressions ; *d*) Dans le sérum, le chloroforme cause une opalescence marquée et aussi une faible précipitation à la température de la chambre (15°C.), et à la température du corps (40°C.) une précipitation rapide, quoique incomplète. Avec l'hémoglobine, 1,5 à 2 °/₀ de chloroforme produit un changement de couleur et un commencement de précipitation à la température de la chambre, qui devient presque complète dans le thermostat à 40°C. ; tandis que 5 °/₀ et plus produit une complète précipitation même à 0°C. 2° Les auteurs ont étudié, sur une grande étendue, les rapports entre la pression et la concentration du chloroforme dans les solutions, depuis les valeurs inférieures aux doses anesthésiantes (8 à 10 milligrammes) jusqu'à la saturation pour l'eau, les solutions salines et le sérum. Les auteurs attirent l'attention sur le fait très important qu'avec le même pourcentage de chloroforme dans l'air respiré, le sérum ou l'hémoglobine et, par conséquent, le sang absorberont beaucoup plus de chloroforme que ne le feraient l'eau ou les solutions salines dans les mêmes conditions. Ainsi, à la pression anesthésiante et à 40°C., le coefficient de distribution pour l'eau et les solutions salines est approximativement de 4,6, tandis que celui du sérum est de 7,3 ; à la température de la chambre (15°C.), ces coefficients deviennent 8,8 et 17,3 respectivement. — MM. **E. M. Corner** et **J. E. H. Sawyer** : *Recherches sur la régulation thermique du corps par l'étude des températures au moment de la mort.* Les auteurs ont constaté que, lorsque la mort approche, il y a tendance à une élévation subite de la température du corps. Sur 2.500 cas médicaux et chirurgicaux environ, on a observé une élévation de température de plus de 1°,5 dans 26 °/₀ des cas, tandis que 8 °/₀ seulement ont présenté un abaissement de température. L'élévation a lieu beaucoup plus souvent dans les cas chirurgicaux que dans les cas médicaux. De ces recherches, les auteurs déduisent que la pyrexie est due à deux facteurs : à une augmentation de la production de chaleur, due à ce que l'activité des centres thermogénétiques de la corde spinale n'est plus parfaitement contrôlée par le centre supérieur du cerveau, et à une diminution de la perte de chaleur, due à l'affaiblissement des fonctions du centre thermolytique, le pouvoir des deux centres supérieurs étant diminué ou paralysé par les produits morbides ou les toxines de l'affection dont souffre l'organisme. En d'autres termes, la température normale est assurée par une action réciproque de ces centres : thermogénétique et thermolytique. — M. **Alan B. Green** : *Action du radium sur les micro-organismes.* La quantité de sel de radium employée dans les expériences était de 1 centigramme de bromure de radium pratiquement pur, contenu dans une capsule d'ébonite et de cuivre recouverte d'une mince lame de talc. Les émanations que l'on a fait agir sur les micro-organismes ont été les rayons β et γ. Dans la première série d'expériences, on a étudié l'action germicide de ces rayons sur diverses espèces de bactéries. On a placé une certaine quantité de bactéries en une couche mince dans le fond creux d'un tube en verre et l'on a mis la capsule contenant le radium sur les bactéries, de telle sorte que le radium n'était distant d'elles que de 1 à 2 millimètres. Les expériences et les contrôles ont été faits à la température de la chambre. L'auteur a trouvé que le germe spécifique de la vaccine est tué après avoir été exposé à l'action du radium durant vingt-deux heures ou moins. Les bactéries non sporulées sont généralement tuées après avoir été exposées à l'action du radium de deux à quatorze heures, tandis que les spores ne sont pas tuées avant deux ou trois jours. De plus, l'auteur a trouvé que : *a*) à mesure que l'on augmente la distance entre le radium et les bactéries, l'action germicide devient moins évidente et cesse finalement ; *b*) à mesure que l'on augmente l'épaisseur du plomb entre le radium et les bactéries, par exemple lorsqu'on supprime les rayons β, l'action germicide devient de moins en moins évidente. Il a établi que, lorsque les micro-organismes ont été exposés à l'action du radium de vingt-quatre à cent-vingt heures à une distance de 1 à 2 millimètres, ils deviennent eux-mêmes radio-actifs. Il n'a pas encore été prouvé que des micro-organismes vivants puissent posséder une radio-activité induite, mais des micro-organismes tués par les émanations du radium présentent cette activité. On n'a pas trouvé de radio-activité dans les bactéries qui n'avaient pas été exposées auparavant à l'action du radium. L'auteur a prouvé la radio-activité induite des bactéries par le pouvoir que possède une certaine quantité de bactéries, après avoir subi l'action du radium, de se photographier elle-même lorsqu'elle est mise en apposition avec la pellicule d'une plaque photographique sensible. Les meilleures photographies ont été obtenues avec des cultures sporulées. Des organismes radio-actifs ont émis des émanations photo-actiniques pendant un espace de trois mois depuis leur exposition aux rayons du radium. On a obtenu des photographies de bactéries ainsi activées à travers une double couche de feuille de plomb ; mais, quand les rayons β sont supprimés par l'interposition d'une plus grande épaisseur de plomb, le passage des rayons photo-actiniques à la pellicule sensible n'a plus lieu. — M. **Alan B. Green** : *Nouvelles recherches sur le vaccin de génisse chloroformé.* 1° La température à laquelle l'émulsion aqueuse de vaccin est soumise au procédé de chloroformisation détermine principalement la plus ou moins grande élimination des bactéries étrangères de cette émulsion. La température à laquelle les bactéries étrangères sont tuées le plus rapidement, tandis que le germe spécifique est laissé en pleine activité, est comprise entre 18° et 23° centigrades ; 2° On a trouvé que plusieurs espèces additionnelles de bactéries sont rapidement éliminées du vaccin au moyen du procédé chloroformique : *B. proteus vulgaris*, *B. prodigiosus*, *B. pyocyaneus*, *B. fluorescens liquefaciens B. coli communis*, *B. typhosus*, *B. diphtheriae*, *B. mallei*, *B. pestis*, *B. tuberculosis* et *S. cholerae Asiaticae*. Ces bactéries ont été ajoutées artificiellement au vaccin recueilli seulement en vue de l'expérience ; 3° L'auteur a étudié les propriétés conservatrices du vaccin chloroformé. Il a conservé des vaccins préparés par le procédé chloroformique pendant le même espace de temps que celui qui s'écoule dans les laboratoires entre la prise du vaccin de génisse et l'emploi des lymphes préparées par glycérination, soit généralement six semaines. L'emploi de ces lymphes chloroformées conservées a été suivi de résultats absolument satisfaisants. Ainsi l'emploi répété d'une grande quantité de vaccins chloroformés confirme les conclusions formulées dans un Mémoire précédent, et le point important qui a été acquis, c'est que le vaccin chloroformé, s'il est originellement d'une efficacité suffisamment grande, lorsqu'il sera préparé et conservé dans des conditions convenables, conservera sa puissance à un degré élevé pendant un temps considérable. — MM. **E. D. W. Greig** et **A. C. H. Gray** : *Les glandes lymphatiques dans la maladie du sommeil.* Les auteurs ont examiné le contenu des glandes lymphatiques durant la vie de quinze patients atteints de la maladie du sommeil. Dans tous les cas, ils ont

rapidement découvert des trypanosomes très mobiles, dans des préparations microscopiques provenant des glandes cervicales. Il y en avait aussi dans d'autres glandes, telles que les glandes fémorales, mais ils étaient en bien moins grande quantité. Les auteurs considèrent que leurs observations jettent une nouvelle lumière sur les hypertrophies glandulaires qui ont été si souvent remarquées pendant la maladie du sommeil, et que la maladie est essentiellement une polyadénite causée par la présence des trypanosomes dans les glandes, où une grande quantité sont détruits, mais d'où quelques-uns passent de temps en temps dans les vaisseaux sanguins et occasionnent ainsi l'augmentation qui a été observée dans la circulation périphérique. Les auteurs considèrent leurs observations sur la présence d'un certain nombre de trypanosomes dans les glandes lymphatiques, à la fois dans les cas de trypanosomiase au début et dans les cas de maladie du sommeil avancée, comme apportant une confirmation importante de l'unité de ces maladies et une nouvelle preuve que les trypanosomes sont la cause essentielle de la maladie du sommeil.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 10 Juin 1904.

M. **H. L. Callendar** projette les diagrammes d'indicateur d'un moteur à pétrole en marche. Le moteur employé est un moteur Clément-Garrard, pour automobiles; l'indicateur est un manographe Hospitalier-Carpentier. Ses indications sont transmises à un petit miroir dont le mouvement est observé ou enregistré à l'aide d'un rayon lumineux réfléchi sur un écran ou une plaque photographique. Les caractéristiques du diagramme dépendent principalement du point de la course où les gaz font explosion. Les fuites peuvent être facilement décelées par l'examen des diagrammes. — M. **J. A. Fleming** présente un modèle mécanique illustrant la propagation d'un courant alternatif le long d'un câble téléphonique, ainsi qu'une théorie simplifiée de cette propagation. Le modèle consiste en un axe d'acier sur lequel sont clavetés un certain nombre de disques de bois munis d'une gorge. Ils sont montés excentriquement et l'excentricité des disques diminue en progression géométrique. Chaque excentrique est décalée en phase par rapport à la précédente d'un angle égal. Chaque roue excentrique porte dans sa rainure une corde, aux extrémités de laquelle sont attachées des masses métalliques qui peuvent glisser le long d'un fil d'acier; toutes les cordes sont de même longueur. Quand l'axe tourne, chaque masse monte ou descend, en imitant le mouvement de propagation d'une onde de courant alternatif ou de potentiel le long d'un câble; l'ensemble de ces masses est disposé suivant une courbe périodique d'amplitude décroissante. — M. **E. J. Gheury** présente un collimateur gyroscopique.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 2 Juin 1904.

M. **G. D. Lander** décrit un certain nombre d'iminoéthers et de composés voisins correspondant aux éthers oxamiques substitués. — M. **H. R. Le Sueur** a poursuivi l'étude de l'action de la chaleur sur les acides α-hydroxycarboxyliques. En chauffant l'acide α-hydroxystéarique, on obtient l'aldéhyde margarique, $C^{16}H^{33}.CHO$, F. 36°, donnant par oxydation avec $KMnO^4$ l'acide margarique, F. 60°-61°. — M. **J. W. Walker** estime que toutes les réactions chimiques n'ont pas lieu entre des ions préexistants. Dans beaucoup de cas, la combinaison a lieu par la mise en action de valences supérieures et elle précède l'ionisation. — MM. **J. W. Walker, D. Mc Intosh** et **E. H. Archibald** ont constaté qu'un grand nombre de substances organiques se dissolvent dans les acides halogénhydriques liquéfiés en donnant des solutions qui sont bonnes conductrices du courant. — MM. **J. W. Walker** et **A. Spencer** ont préparé un certain nombre de combinaisons du chlorure d'aluminium avec des composés organiques oxygénés : éther, anisol, acide acétique, oxalate, malonate, benzoate d'éthyle, etc. — MM. **F. B. Power** et **F. H. Gornall** ont déterminé la composition des graines qui donnent l'huile de chaulmoogra (graines du *Taraktogenos Kurzii*). Par expression, elles donnent 30,9 % d'une huile grasse. Celle-ci fournit par hydrolyse du glycérol, un peu de phytostérol et un mélange d'acides gras, dont l'un, isolé à l'état pur, de formule $C^{18}H^{32}O^2$, F. 68°, $[\alpha]_D = +56°$, a été désigné sous le nom d'*acide chaulmoogrique*; on trouve aussi de l'acide palmitique. Les graines pressées renferment les acides formique et acétique, et une substance huileuse neutre isomère avec l'acide chaulmoogrique. — Les mêmes auteurs ont cherché à déterminer la constitution de l'acide chaulmoogrique. Il donne un éther méthylique F. 22°; il absorbe 2 atomes de Br. Par réduction avec Na en solution alcoolique, on obtient de l'alcool chaulmoogrylique $C^{18}H^{33}OH$, F. 36°, et du chaulmoograte de chaulmoogryle, F. 42°. Réduit par HI et P, il fournit de l'acide dihydrochaulmoogrique $C^{17}H^{33}CO^2H$, F. 71°-72°, et du chaulmoogrène $C^{18}H^{34}$. Oxydé par $KMnO^4$ à froid, il donne l'acide dihydroxydihydrochaulmoogrique, $C^{17}H^{31}(OH)^2.CO^2H$, F. 102°. — Enfin les mêmes auteurs ont isolé, des graines de *Gynocardia odorata*, un nouveau glucoside cyanogénétique, la gynocardine, F. 161-162°, $[\alpha]_D = +37°1$. — M. **M. O. Forster** a préparé le dérivé benzoylé jaune, F. 105°-106°, de l'isonitrosocamphre instable, F. 114°, et le dérivé benzoylé incolore, F. 136°, de l'isonitrosocamphre stable, F. 152°. — MM. **E. H. Archibald** et **D. Mc Intosh** ont préparé un certain nombre de composés de l'acétone, de l'éther et de l'alcool éthylique avec HCl, HBr et HI, dans lesquels il y a lieu d'admettre que l'oxygène a une valence supérieure à 2. — M. **C. Bergtheil** montre que la fermentation de l'indigo est due principalement à une enzyme spécifique existant dans les cellules de la plante. La température optimum pour l'action de cette enzyme est 50°; elle est détruite à 71°. Les antiseptiques empêchent son action. — M. **J. W. Mellor** a constaté que le chlore humide est plus actif chimiquement vis-à-vis de l'hydrogène quand il a été soumis à une exposition préliminaire à la lumière ou à une décharge électrique silencieuse. — MM. **O. Silberrad** et **Th. H. Easterfield** ont converti le sodio-carboxyglutarate d'éthyle en dérivé halogéné par l'action d'un halogène. Si l'on fait réagir ensuite le dérivé sodé et le dérivé halogéné du carboxyglutarate d'éthyle, on obtient un α-carboxy-$\Delta^{\alpha\beta}$-glutaconate d'éthyle, qui est saponifié en un nouvel acide carboxyglutaconique, se dédoublant rapidement en acide glutaconique et CO^2. — M. **A. Marshall** a déterminé les tensions de vapeur de mélanges liquides de faible solubilité réciproque (eau et éther, eau et éthylméthylcétone). Ces mélanges liquides, à moins de contenir une trop forte proportion de l'un ou l'autre constituant, donnent un distillatum ayant une composition presque identique à celle pour laquelle la tension de vapeur est maximum. — M. **Th. S. Patterson** a déterminé la rotation des tartrates et alkyltartrates de Na et de K en solution aqueuse à diverses concentrations entre 10° et 100°. — MM. **P. Hartley** et **J. B. Cohen** ont préparé les produits de nitration des dichlorobenzènes isomères. L'o-dichlorobenzène donne un composé orthodinitré; le dérivé méta, un dérivé métadinitré, et le dérivé para, environ six fois autant de dérivé métadinitré que de dérivé paradinitré.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE LONDRES

Séance du 2 Mai 1904.

M. **T. C. Cloud** décrit un procédé pour la détermination de faibles quantités de bismuth dans le cuivre

ou ses minerais. A la solution nitrique du cuivre bismuthifère on ajoute du nitrate de plomb et juste assez d'iodure de potassium pour que tout le Pb se précipite. On ajoute un peu d'HCl pour dissoudre le précipité à l'ébullition; par refroidissement, l'iodure de plomb cristallise en grandes écailles, jaunes d'or en l'absence de Bi, oranges ou rouges en présence de ce dernier. Cet essai permet de déterminer 0,000.01 gr. de Bi. — Le même auteur a constaté que, pour déterminer de faibles quantités d'As par la méthode de Marsh dans les minerais de cuivre ou les produits métallurgiques, il faut conserver dans la solution une petite quantité de Cu (0,05-0,08 gr.), surtout en présence de fer, sinon les résultats sont beaucoup trop faibles. — MM. **E. J. Mills** et **Arch. Gray** décrivent une méthode physique d'essai des colloïdes, qui, sans avoir encore donné d'aussi bons résultats qu'on pourrait désirer, peut fournir des renseignements d'une valeur pratique, en particulier dans la comparaison d'un colloïde avec un autre. Elle consiste à recouvrir un fil de coton type d'un colloïde donné, à le sécher et à déterminer le module d'élasticité de l'enduit. La valeur de ce module donne une mesure directe du pouvoir de raidissement du colloïde. — M. **Th. Tyrer** présente quelques lampes à incandescence à l'alcool. — M. **O. Guttmann** signale l'existence, à la Bibliothèque de Christchurch, à Oxford, d'un manuscrit datant de 1326 et qui constitue le plus ancien document, actuellement connu, où il soit fait mention de l'emploi de la poudre à canon.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Séance du 13 Mai 1904.

M. **N. Omow**, de Moscou, adresse une lettre sur un écran de projection de sa construction, dépassant par son intensité lumineuse tous ceux qu'on connaît actuellement. Les spectres et les phénomènes d'interférence les plus faibles (tels que ceux produits par le biprisme) reçoivent un éclat métallique extraordinaire. L'écran est fait avec un miroir ordinaire, aussi mince que possible, dont la surface nue est usée à l'émeri. On peut également argenter sur un côté une plaque de verre dépoli. Il faut tourner cet écran de quelques degrés de différents côtés pour bien faire observer les phénomènes. L'écran éclairé a un aspect brillant et ressemble à une plaque d'argent dépoli. — M. **E. Goldstein**, qui, dans la séance du 15 avril, avait signalé le fait que certains corps organiques solides du groupe dit aromatique donnent, sous l'action des rayons cathodiques, des spectres d'émission discontinus, présente la suite de ses recherches. Il avait fait voir que la présence d'un « anneau » double ou triple donne à la molécule la tendance à produire un spectre pareil. Dans sa communication présente, il distingue trois groupes de corps différant nettement quant à leur spectre, sans pour cela coïncider avec des groupes chimiques. Alors que le premier groupe ne donne que des spectres continus, le deuxième donne successivement des spectres soit continus, soit discontinus. Ce phénomène est dû au fait que de nombreuses substances, après avoir été exposées à l'action des rayons cathodiques, montrent une luminescence résiduelle qui, dans certains cas, donne un spectre discontinu, tandis que celui donné par la luminescence « primaire » est continu. L'acide benzoïque, le phénol, l'acide téréphtalique, etc., se comportent de cette manière. Les couleurs des deux luminescences diffèrent presque toujours. Quelques substances se comportent d'une façon inverse, les deux luminescences changeant de rôle. Il y a, enfin, un troisième groupe contenant les substances à spectre exclusivement discontinu, telles que, par exemple, certains hydrocarbures aromatiques et certains phénols. Il est possible que la diversité de coloration des deux émissions du second groupe tienne à des impuretés en quantités minimes; il est également possible que les rayons cathodiques produisent des modifications allotropiques.

ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 5 Mai 1904.

SCIENCES PHYSIQUES. — M. **C. Doelter** a examiné au microscope une série de mélanges de silicates fondus et leur cristallisation. Pour les mélanges labradorite-augite, il se sépare, de chaque côté du point eutectique, qui correspond aux proportions 5 : 1, d'abord de l'augite, puis les deux sortes de cristaux alternativement. Pour les mélanges olivine-augite, il se sépare toujours de l'olivine d'abord, puis plus tard les deux minéraux alternativement; avec la leucite-augite, il se sépare d'abord de l'augite, de même qu'avec l'éléolithe-augite. Par amorçage avec un cristal d'un des constituants, on peut quelquefois renverser l'ordre de cristallisation. — M. **W. Kropatschek** : Sur la détermination quantitative du méthoxyle.

Séance du 13 Mai 1904.

1° SCIENCES PHYSIQUES. — M. **R. Börnstein** a étudié la marche diurne de la pression atmosphérique à Berlin, d'après des observations faites de 1884 à 1903. On constate deux variations diurnes de valeur différente, dont les maxima moyens sont à 10 heures du matin et 11 heures du soir et les minima à 5 heures du soir et 4 heures du matin. La variation diurne totale concorde plus ou moins avec la marche diurne de la température locale, tandis que la variation semi-diurne est indépendante des conditions locales. — MM. **L. Haitinger** et **K. Peters** ont isolé du sable monazitique de petites quantités de $BaCl^2$, donnant par cristallisation des fractions de radio-activité croissante, où l'on a constaté spectroscopiquement la présence du radium. — M. **R. Andreasch**, en faisant réagir la phtalimide potassique sur l'éther éthylique de l'acide α-bromopropionique, a obtenu l'éther de l'acide phtalylaminopropionique; de la même façon, on prépare la phtalylalanine. Tous deux donnent par hydrolyse l'acide phtaloylaminopropionique. — M. **H. Wolfbauer**, en oxydant par $KClO^3$ et HCl le *p*-tolylimino-*p*-tolylcarbaminothioéthylène, a obtenu l'anhydride de l'acide ditolyltaurocarbamique, qui fournit par hydrolyse barytique CO^2, de la *p*-toluidine et de la *p*-tolyltaurine.

2° SCIENCES NATURELLES. — M. **A. Exner** a déterminé l'activité biologique des rayons du radium déviables et non déviables par l'aimant; elle est à peu près la même dans les deux cas. — M. **L. Unger** décrit les particularités morphologiques du cerveau du *Gecko* et en particulier les trajets des fibres dans le cerveau antérieur. — M. **H. Hofer** signale la présence accessoire de cristaux de gypse dans un calcaire dolomitique de Wietze (Hanovre). — M. **F. Berwerth** montre que les fers météoriques denses et granuleux doivent être considérés comme des dérivés du fer octaédrique, dont ils proviennent par un fort échauffement survenu au dehors de notre atmosphère. L'auteur propose le nom de *métabolites* pour ce genre de fers météoriques.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

15e ANNÉE N° 14 30 JUILLET 1904

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Astronomie

La constitution du Soleil. — Le savant astronome américain C. A. Young vient de donner à la *Popular Astronomy* (avril 1904) le résumé de ses vues actuelles sur la constitution du Soleil. Nous en avons extrait les passages suivants, qui présentent un intérêt tout particulier :

« En raison de la faible densité moyenne du Soleil et de l'énorme force d'attraction de cet astre, il semble que, dans sa région centrale et dans sa couronne, les éléments constitutifs doivent être à l'état purement gazeux, à cause de la température régnante extrêmement élevée, bien supérieure au point critique de toutes les vapeurs connues. Mais, si tous les éléments chimiques sont nécessairement à l'état de dissociation, comme nous l'avons supposé précédemment, il ne semble pas qu'on puisse y rencontrer des composés tels que les carbures, par exemple, qui prennent naissance aux plus hautes températures de nos fours électriques.

« Sous la pression excessive qui règne dans la masse solaire, les gaz intérieurs sont beaucoup plus denses que l'eau (la densité moyenne du Soleil est 1,25) et probablement assez visqueux pour que le noyau ressemble, en quelque sorte, à un globe de poix pâteuse en certaines régions : la tendance des taches solaires et d'autres perturbations à se reproduire aux mêmes points du disque tend à justifier cette hypothèse.

« La photosphère ou surface visible du Soleil consiste en une enveloppe de nuages formés par la condensation et par la combinaison de ces vapeurs solaires, suffisamment refroidies par leur radiation dans l'espace. Cette enveloppe forme une sorte de manteau (*Welsbach mantle*) d'un pouvoir rayonnant considérable et fournit le spectre solaire comme une plage continue. Les nuages photosphériques sont naturellement suspendus dans les gaz situés autour du noyau et dans les vapeurs gazeuses, de la même façon que nos nuages flottent dans l'atmosphère terrestre.

« A partir de la surface inférieure de cette enveloppe nuageuse, si elle existe réellement, il se forme une précipitation continuelle dans le noyau gazeux inférieur, tandis qu'il se produit, au contraire, une série de vapeurs ascendantes. Il y a donc ainsi une circulation verticale d'une activité et d'une violence extraordinaires, dont l'effet doit être la production d'une pression excessive dans la masse nucléaire, comme celle de l'enveloppe d'une bulle de savon sur l'air renfermé dans son intérieur. Il y a toutefois une différence marquée : l'enveloppe nuageuse photosphérique n'est pas continue, mais poreuse en quelque sorte, et sillonnée par des courants à travers lesquels circulent les vapeurs et les gaz qui se précipitent dans la région supérieure.

« Quant à l'épaisseur de la photosphère, on ne peut la mesurer avec précision : elle doit être probablement de plusieurs milliers de kilomètres.

« Je sais que la théorie des nuages de la photosphère n'est pas sans objections, et qu'on parle beaucoup de l'hypothèse proposée par Schmidt, de Stuttgard, suivant laquelle la photosphère est simplement un phénomène optique dû à la réfraction dans l'intérieur et dans l'enveloppe d'un globe complètement gazeux. Mais il me semble plutôt qu'en raison des lois bien connues de la Physique, une masse gazeuse libre dans l'espace et formée d'une grande quantité de vapeurs métalliques doit se recouvrir indubitablement d'une enveloppe de nuages.

« La couche renversante (*Reversing layer*) et la chromosphère me semblent des vapeurs non condensées et des gaz qui forment l'atmosphère dans laquelle flottent les nuages de la photosphère, et au-dessus de laquelle ils évoluent. Ce n'est pas à dire, cependant, que le mot atmosphère indique une enveloppe gazeuse identique, au point de vue mécanique, à celle qui entoure notre globe terrestre. Cela ne peut être ni un équilibre statique sous l'action de la gravitation solaire, ni un équilibre thermique, mais bien plutôt une nappe de feu (*a prairie on fire*), suivant l'expression imagée du Professeur Langley.

« La couche renversante est le mince stratum situé à la base de cette nappe de feu, renfermant toutes les vapeurs qui forment les nuages photosphériques. C'est là surtout, et aussi dans les dépressions situées entre les nuages, que se forment les lignes sombres de Fraunhofer ; au commencement et à la fin des éclipses solaires, le spectre de cette région apparaît pendant quelques secondes comme une ligne extrêmement

brillante (*flash spectrum*), observée pour la première fois par l'auteur en 1870, et largement visible dans les photographies des dernières éclipses depuis 1896.

« La chromosphère est la région située au-dessus de la couche renversante; elle se compose de vapeurs et de gaz non liquéfiables dans les circonstances où ils se trouvent. Ce sont principalement l'hydrogène, l'hélium et cette forme de vapeur de calcium qui donne les lignes H et K du spectre. Il y a probablement aussi d'autres gaz non encore reconnus.

« Les proéminences sont simplement des masses de gaz chromosphériques transportées au-dessus du niveau général par des vents et des courants ascendants à travers la photosphère, et flottant pour ainsi dire dans les régions inférieures de l'atmosphère coronale qui repose sur la chromosphère. Parfois, des vapeurs métalliques de magnésium, sodium, silicium, fer... sont projetées à des hauteurs considérables, particulièrement dans les régions qui entourent des taches actives et étendues, mais non dans leur intérieur; et alors les proéminences montrent habituellement des changements rapides dans leurs formes et dans leurs dimensions, avec distorsion et déplacement dans les lignes de leur spectre.

« Jusqu'à ces derniers temps, on expliquait ces phénomènes spectraux par des explosions et des mouvements gazeux extrêmement violents dans la direction du rayon visuel. Les récentes études de Julius et de quelques autres astronomes tendent, cependant, à montrer que certaines de ces apparences sont simplement des phénomènes optiques, et tiennent à des réfractions irrégulières de vapeurs métalliques très denses.

« L'existence de la couronne est encore problématique jusqu'à un certain point. Indiscutablement, c'est en partie une enveloppe formée d'un gaz extrêmement rare et non encore reconnu[1], nommé coronium.

« Son spectre est principalement caractérisé par une belle raie brillante, que l'on a longtemps supposée un renversement de la ligne 1474 de la carte de Kirchhoff ($\lambda = 5316$), mais qui a été récemment reconnue comme un peu plus réfrangible et possédant une longueur d'onde égale à 5304. La couronne renferme aussi plusieurs autres lignes révélées par les photographies prises pendant les éclipses, situées dans le violet et l'ultra-violet, et qui sont probablement dues à ce même coronium.

« Quant aux banderoles qui semblent lumineuses par la lumière solaire qu'elles réfléchissent, et aussi par leur incandescence propre, il ne semble pas qu'elles soient gazeuses d'après leur spectre; elles paraissent plutôt formées de petits corpuscules chassés du Soleil par une force répulsive d'origine électrique, peut-être aussi par la force répulsive de la radiation, comme nous l'avons reconnu tout récemment dans nos laboratoires.

« Leur disposition par rapport à la surface solaire est évidemment déterminée par des forces dont l'effet, sinon l'origine, est analogue à celui qui produit les banderoles aurorales dans notre atmosphère; cependant, ces dernières semblent être purement gazeuses.

« En ce qui concerne les taches solaires, on ne peut plus affirmer qu'elles sont toujours des dépressions dans la photosphère depuis qu'il paraît bien acquis, d'après les observations faites à Potsdam et en d'autres lieux, que parfois, près du bord du Soleil, leur force de radiation surpasse celle des régions voisines. Ce fait pourrait être expliqué en supposant que l'absorption de l'atmosphère solaire pour les radiations lumineuses des nuages photosphériques est beaucoup plus forte que pour les autres radiations non lumineuses et à grande longueur d'onde émises par les taches; mais il semble plutôt que, dans ces cas exceptionnels, les taches se tiennent à une hauteur considérable, comme pour échapper à l'absorption atmosphérique. La couleur sombre des taches est presque certainement due à l'absorption, et, dans une certaine limite du moins, cette absorption s'exerce sur les gaz, et non simplement sur les parties nébuleuses; ce fait est bien indiqué par le renforcement remarquable des lignes sombres du vanadium et de quelques autres substances, aussi bien que par la résolution de la partie verte des spectres des taches en un groupe de lignes sombres enchevêtrées les unes dans les autres.

« Quant à l'origine des taches, je ne trouve entièrement satisfaisante aucune des théories proposées jusqu'ici. Leur distribution sur le disque solaire montre clairement qu'elles obéissent à une loi spéciale qui règle la rotation de ce globe, et ce phénomène s'accorde avec la théorie de Faye; mais les manifestations cycloniques exigées par la théorie ne sont pas faciles à constater et à expliquer. Une relation étroite semble exister aussi entre la position d'une tache sur la surface solaire et la manière d'être du noyau gazeux, mais visqueux, qui repose sur la photosphère. Cette relation est indiquée par la tendance fréquemment observée des taches à se reproduire plusieurs fois dans les mêmes régions du disque solaire, ou en des parties très voisines.

« Bien certainement, il arrive souvent, et c'est peut-être le cas général, qu'un jet puissant de gaz chromosphériques s'élance autour d'une tache; mais il traverse rarement l'ombre elle-même, si toutefois le fait se produit. Certains astronomes pensent qu'une tache est produite par une matière venant des régions supérieures; d'autres croient que c'est une cavité de la photosphère due au relief causé par des pressions exercées en dessous, et c'est mon opinion; d'autres, enfin, supposent qu'elle provient de quelque autre cause profondément différente; pour ma part, je le répète, je ne connais actuellement aucune hypothèse plausible.

« Je ne suis pas encore fixé sur les raisons de la périodicité des taches solaires, ni sur la nature de la relation indiscutable qui existe entre l'activité solaire et les perturbations magnétiques terrestres. J'incline à croire que la périodicité prend son origine dans le Soleil; on ne peut certainement l'attribuer à l'influence des planètes, bien que les actions extérieures à notre système ne puissent être empêchées en aucune façon.

« Les travaux effectués pendant les vingt-cinq années qui viennent de s'écouler paraissent avoir déterminé la température du Soleil, qui est fort voisine de 6.000° C.; mais la valeur de la constante solaire semble encore incertaine. Le chiffre de Langley (3,0 petites calories par centimètre carré et par minute) est peut-être très voisin de la vérité; toutefois, les observations faites à la *Smithsonian Institution* en 1902 et en 1903 semblent exiger une réduction de 25 %, l'abaissant ainsi à 2,25.

« La question de la constance de la radiation solaire, l'une des plus importantes de l'Astronomie physique, n'est pas encore résolue. Nous pouvons, cependant, espérer que les recherches qui se préparent, ainsi que celles qui sont déjà commencées, fixeront bientôt nos idées à ce sujet. La difficulté tient principalement à ses relations avec les caprices désolants de la Météorologie terrestre.

« Quant à la persistance de la radiation solaire, il n'y a aucun doute sur l'exactitude de la théorie de la contraction due à Helmholtz, au moins dans certaines limites; mais nous devons cependant avouer quelque incertitude en raison des découvertes récentes du radium et de ses congénères : ces substances nous montrent que de nouvelles et puissantes sources d'énergie peuvent s'ajouter aux forces antérieurement indiquées pour maintenir la chaleur du Soleil.

« L'accélération de la région solaire équatoriale me semble avoir trouvé sa raison d'être dans les conclusions formulées à la suite des recherches de Salmon et de Wilsing : ces savants la considèrent comme une persistance, très lente à disparaître, des conditions qui

[1] Les dernières conquêtes de la science tendent, cependant, à le montrer en quantité infinitésimale dans les gaz de notre atmosphère (N. D. L. R.).

ont présidé avec une très grande énergie, mais pendant un temps très court, à la formation du système solaire. Je sais que, tout récemment, d'autres astronomes, parmi lesquels je citerai Emden, ont essayé de prouver que c'est, au point de vue mathématique, une conséquence nécessaire de la constitution du Soleil; mais je n'en suis pas bien convaincu, à cause de l'incertitude de certaines hypothèses fondamentales.

« Telles sont, en résumé, les idées qui me semblent les plus voisines de la vérité.

« L'avenir éclaircira plusieurs questions encore obscures aujourd'hui; et, dans les recherches subséquentes pour la découverte des causes véritables des phénomènes solaires, il mettra probablement nos successeurs en présence de nouveaux problèmes, peut-être plus troublants que ceux qui sollicitent nos efforts actuels. »

§ 2. — Physique du Globe

Les taches du Soleil et le Magnétisme. — Quelle liaison nette existe entre l'apparition des taches solaires et les perturbations magnétiques? C'est là une question fort complexe à élucider, car, si cette liaison paraît très probable, elle est, en revanche, plus compliquée qu'une relation de cause à effet; de grandes perturbations sont consécutives à de petites taches, tandis que de grosses taches, parfois, ne sont pas suivies de perturbations magnétiques. Ce problème vient donc d'être discuté de nouveau devant la Société Astronomique de Londres[1], et le P. Sidgreaves a résumé le travail qu'il a basé sur les observations recueillies à Stonyhurst et à Greenwich de 1881 à 1898; peut-être, selon lui, un milieu de corpuscules interposés serait-il capable de produire des obscurcissements dans l'atmosphère solaire en même temps que d'agir sur l'aiguille aimantée.

Sur ce point, le Professeur Schuster a des idées également personnelles : En ce qui concerne la variation diurne de l'aiguille aimantée, il la rapporte directement à des courants électriques circulant dans les hautes régions de l'atmosphère; quant aux différences de variation, entre le maximum et le minimum des taches, on pourrait admettre que les régions supérieures de l'atmosphère conduisent mieux l'électricité à l'époque du maximum des taches qu'à celle du minimum. Pure hypothèse, il est vrai, mais s'adaptant assez bien aux faits, et notamment à la périodicité de l'aurore polaire; d'ailleurs, d'une différence de conductibilité à l'interposition d'un milieu, il n'y a qu'un pas. Quant à la liaison entre le Soleil et la Terre, le Professeur Schuster regarde comme établi par les calculs de lord Kelvin que le Soleil ne peut émettre au loin d'ondes électromagnétiques capables de produire les orages magnétiques terrestres.

Cette périodicité des taches solaires est donc troublante et son action est bien difficile à élucider sur différents phénomènes terrestres : une période de onze ans, et une deuxième, mal connue, six fois plus longue environ. Halm[2] ne s'est-il pas efforcé de démontrer que ces périodes se rencontrent dans les variations séculaires des éléments de la Terre; des périodes analogues paraissent exister dans les variations de l'obliquité de l'écliptique, dans celles des latitudes terrestres, comme pour d'autres éléments.

Au point de vue astronomique, ce serait là l'indication de l'existence d'une force perturbatrice de nature encore bien mystérieuse.

§ 3. — Physique

Dilatation et transformation magnétique du nickel. — Aucune des séries de mesures faites jusqu'ici ne renseignait suffisamment sur les variations de volume que subit le nickel dans le passage de l'état magnétique à l'état non-magnétique. Les recherches que j'ai consacrées à cette question, comme les déterminations ultérieures de M. Tutton, étaient limitées à des températures trop basses pour donner aucune indication dans ce sens, tandis que les déterminations de MM. Holborn et Day s'appuyaient sur des points trop espacés pour qu'il fût possible de suivre en détail la courbe de variation. Cette lacune vient d'être comblée par une recherche de M. E. P. Harrison, exécutée au Cavendish Laboratory, et qui a consisté dans la mesure, à un très grand nombre de températures, d'un fil de nickel tendu, et chauffé par un courant électrique. Le fait le plus intéressant résultant de ces mesures consiste dans la découverte, vers 370°, d'une dilatation subite, dont l'amplitude est de 3/10.000 environ de la longueur initiale du fil. Bien que quelques objections puissent être faites aux conclusions de M. Harrison au sujet de la valeur exacte des dilatations trouvées, l'ordre de grandeur du brusque changement est suffisant pour que son existence ne semble pas douteuse.

Ce changement n'est que le dixième, à peu près, de celui qu'éprouve le fer dans le passage de l'état α à l'état β, et son existence, qui était encore inconnue lorsque j'exposai dans la *Revue*[1] la théorie des aciers au nickel, ne modifie en rien les conclusions auxquelles j'étais parvenu.

Mais il est intéressant de rapprocher cette constatation de M. Harrison de quelques faits connus depuis longtemps, concernant les variations magnétiques du fer et du nickel soumis à des efforts mécaniques. En 1879, Lord Kelvin découvrit que le fer, sous l'action d'une traction longitudinale, éprouve une augmentation notable de sa susceptibilité magnétique, tandis que MM. Ewing et Mc Cowan trouvèrent un phénomène inverse pour le nickel. On peut donc dire que le nickel perd son magnétisme au moment où il éprouve une dilatation d'un certain ordre, que cette dilatation soit due à une traction ou à une élévation de la température, alors que le double phénomène inverse existe dans le cas du fer.

On n'a point encore, il est vrai, mis nettement en évidence une contraction du fer dans son passage de l'état β à l'état α, c'est-à-dire au moment de la forte chute de ses propriétés magnétiques. Mais on peut échapper de diverses façons à cette petite difficulté. D'abord, dans une recherche récente très complète sur les propriétés du fer, M. Benedicks, d'Upsal, a cru pouvoir conclure d'un ensemble de faits que cette contraction existe réellement; d'autre part, s'il est vrai que, en passant à l'état β, le fer perd la plus grande partie de son magnétisme, il ne se trouve pas, alors, à l'état faiblement magnétique dans le sens des lois de Curie; il est nettement ferro-magnétique, bien qu'avec peu d'intensité. Enfin, on sait que la transformation supérieure du fer peut entraîner la transformation inférieure, lorsqu'elle arrive à la rejoindre.

Les phénomènes de magnétostriction sont inverses pour le fer et pour le nickel, au moins dans les champs peu intenses. Au début, le fer s'allonge, tandis que le nickel se raccourcit; or j'ai pu indiquer comme très probable le fait de la tendance à l'augmentation de l'*état magnétique* des corps ferro-magnétiques sous l'action du champ, phénomène qui devrait, effectivement, provoquer un allongement du fer et une contraction du nickel dans la région de la transformation.

Tous ces phénomènes présentent ainsi une évidente connexité, à laquelle le calcul pourra être appliqué lorsque les valeurs numériques de chacun des changements, pris isolément, seront mieux connues.

Une sérieuse difficulté, qui s'oppose à la recherche des relations numériques exactes, réside dans le fait que les moindres impuretés des corps magnétiques modifient sensiblement leurs propriétés; mais le sens des

[1] V. *Ciel et Terre*, t. XXIV, p. 285.
[2] Halm : *Astronomische Nachrichten*, n° 3649.

[1] *Revue* des 15 et 30 juillet 1903.

phénomènes ne semble pas douteux, et ces relations, bien qu'encore qualitatives, offrent déjà un intérêt suffisant pour mériter qu'on en poursuive l'étude expérimentale ou théorique. **Ch.-Ed. Guillaume.**

Capacité électrostatique des tubes remplis de gaz raréfiés. — Voici les résultats que MM. A. Afanassieff et E. Lopouchine[1] viennent de déduire de leurs expériences sur un tube rempli d'air raréfié et relié par une de ses électrodes à l'une des électrodes d'une bobine Rhumkorff :

1° La capacité électrostatique du tube, après avoir d'abord augmenté pour des tensions décroissantes du gaz qu'il renferme, atteint un maximum correspondant à la tension de 1 millimètre de mercure, après quoi elle se remet à diminuer pour des tensions inférieures;

2° Ces modifications de la capacité s'accompagnent de variations du volume de la portion luminescente du tube, aussi bien que du caractère des phénomènes lumineux;

3° La capacité du tube s'accroît avec le potentiel électrique communiqué à son électrode;

4° Cette capacité s'accroît également avec la fréquence des interruptions du circuit primaire;

5° Pour les tensions inférieures à 1 millimètre de mercure, un champ magnétique dont le flux est parallèle au tube abaisse la capacité de ce dernier;

6° Les champs magnétiques dont les lignes de force sont perpendiculaires à la longueur du tube accroissent la capacité de ce dernier pour les tensions intermédiaires entre 25 et 1 millimètre ; pour la tension de 0,5 millimètre, ce champ est absolument sans effet, tandis que, pour les tensions inférieures, on observe une diminution de la capacité, et, pour celles qui restent au-dessous de 0,03 millimètre, un accroissement ultérieur de la capacité.

§ 4. — Géologie

Les Résultats scientifiques du percement du Simplon. — M. le Dr Hans Schardt, géologue officiel de l'Entreprise du tunnel du Simplon, vient récemment de communiquer les premiers résultats scientifiques de ce percement colossal[2]. Le massif traversé appartient à la chaîne des Alpes et au groupe du Monte Leone, dont le sommet s'élève à 3.558 mètres. Les premières études géologiques qui s'y rapportent sont celles de Bernard Studer, publiées en 1846, dans les *Mémoires de la Société géologique de France*, et celles de H. Gerlach, à qui l'on doit la carte géologique de la région. Le profil ci-joint (fig. 1) de M. H. Schardt, dont les prévisions ont été confirmées par les récents travaux de percement et qui fait le plus grand honneur à son auteur, indique que les alternances remarquables de terrains calcaréo-schisteux et de gneiss, schistes cristallins, etc., ne constituent pas une série continue de formations, mais sont dues à des *replis* d'une série de terrains ayant eu primitivement la superposition suivante : Schistes lustrés argileux ou calcarifères (Jurassique d'après des bélemnites); — Dolomite, marbre cipolin, gypse (anhydrite), quartzites et schistes chloriteux (Trias); — Schistes cristallins, micaschistes granatifères, schistes amphiboliques (Trias et Paléozoïque?); — Gneiss du Monte Leone (schisteux et fibreux), gneiss d'Antigorio massif. (Terrain primitif). Suivant les lignes de profil que l'on choisit, on peut compter jusqu'à six intercalations calcaréo-schisteuses dans la masse gneissique, correspondant à autant de replis dont il reste à déterminer la direction du point de rebroussement. Dès 1893, M. H. Schardt, de même que M. Marcel Bertrand, en 1884, avait eu l'idée de nappes de recouvrement poussées du Sud vers le Nord[1]. Le percement du Simplon est venu confirmer cette manière de voir, traduite dans le profil ci-contre. Les plis entassés sont poussés du Sud vers le Nord. Les charnières anticlinales semblent être enfoncées du côté Nord, et la totalité des masses gneissiques doit reposer sur des schistes lustrés ou leur équivalent, les schistes métamorphiques calcarifères. Les intercalations de terrains calcaréo-schisteux seraient alors des synclinaux culbutés en forme de faux anticlinaux, allant se souder dans la profondeur avec les schistes de même âge du soubassement normal non disloqué. Ce sont les termes mêmes de M. H. Schardt, qui conclut ainsi : « Les révélations tectoniques du massif du Simplon pourront, j'en suis sûr, s'appliquer aussi à d'autres parties des Alpes et notamment aux zones annexes, les Alpes tessinoises et grisonnes, d'une part, et les Alpes valaisannes entre le Simplon et le Combin, d'autre part. La supposition exprimée par M. Lugeon, que le pli en dôme du Mont-Rose « sera un jour considéré comme la carapace d'un grand pli couché, dont la charnière frontale est enfouie », est pour moi une certitude. Il en est de même des plis situés plus au Nord et que séparent des zones de schistes lustrés; tel le pli de gneiss qu'entament le val d'Anniviers et le val d'Hérens ».

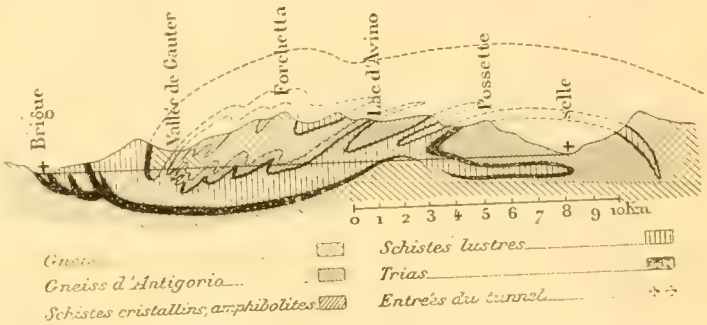


Fig. 1. — *Profil géologique du Simplon, suivant l'axe du grand tunnel, d'après M. Hans Schardt* (avril 1902 à juillet 1903).

Hydrologie. — Le groupe du Monte Leone est à cheval sur la ligne de partage des eaux entre le Rhône et le Pô. Le versant Nord reçoit moitié moins de pluie que le versant Sud. Aussi ce dernier versant est-il sillonné de vallées profondes et ramifiées, parcourues par de nombreux torrents, alimentés dans leur cours supérieur par l'eau de fusion des glaciers et des névés, et, plus bas, par des sources jaillissant des intercalations calcaires. Ces renseignements géographiques

[1] Voir le *Journal de la Société Physico-Chimique Russe*, t. XXXV, n° 8.

[2] Cf. H. Schardt : Note sur le profil géologique et la tectonique du massif du Simplon comparés aux travaux antérieurs, in *Eclogæ geologicæ Helvetiæ*, vol. VIII, n° 2, p. 173. — Rapport sur les venues d'eau rencontrées dans le tunnel du Simplon du côté d'Iselle. Lausanne, 1902, in-4°, 27 p. et pl. — *Dictionnaire géographique de la Suisse*, article « Monte Leone ».

[1] On sait que M. Maurice Lugeon, s'appuyant d'ailleurs sur ses recherches personnelles dans les Préalpes du Chablais et les Préalpes romandes, a réuni synthétiquement les idées de ses devanciers dans son Mémoire sur les grandes nappes de recouvrement des Alpes du Chablais et de la Suisse, *in Bullet. de la Soc. géolog. de France*, t. I, juin 1902. Un résumé complet en a été donné par M. J. Révil : Les grandes nappes de recouvrement des Alpes françaises, *in Revue générale des Sciences*, t. XIII, 1902, p. 1007 à 1018. — Cf. également Emile Haug : Les grands charriages de l'Embrunais et de l'Ubaye, in *Revue générale des Sciences*, 1903, p. 1241.

étaient nécessaires pour expliquer les venues d'eau du tunnel, beaucoup plus abondantes du côté Sud que du côté Nord, et dont nous avons déjà signalé l'origine dans une Note précédente [1]. Ces sources, tantôt froides, tantôt chaudes, de débit très variable, — la plus forte donna jusqu'à 1.100 litres par seconde, — ont donné lieu à d'intéressantes observations, qui ne sont, d'ailleurs, pas encore terminées. Nous mentionnons plus loin l'action réfrigérante de quelques-unes sur les roches qu'elles traversent; mais un autre fait remarquable, c'est la teneur en gypse des eaux provenant des schistes lustrés, alors que les eaux issues des schistes cristallins sont alcalines, sodiques et potassiques. Chaque litre des premières renferme environ 1 gramme de sulfate de calcium, ce qui représente environ 30.000 tonnes, soit 10.000 mètres cubes que l'eau enlève chaque année à la montagne. On comprend alors comment cet élément peut creuser souterrainement de vastes cavités. Le calcaire étant moins soluble, la corrosion souterraine y progresse de quatre à six fois moins vite. En étudiant attentivement les variations du débit, de la température et de la teneur en gypse (dureté), il a été possible de constater que le débit de l'ensemble de ces sources ne subit qu'une seule période de variation annuelle, au lieu d'obéir aux influences de la pluie et de la neige, comme le font la plupart des sources superficielles. Il y a une forte crue de mai à fin juillet, puis, graduellement, le débit décroît, presque régulièrement, jusqu'à la fin d'avril. Pendant la période de crue, la dureté décroît pour toutes, de même que la température, tandis que ces valeurs augmentent pendant la période de baisse. Il faut en conclure que, pendant les trois mois de crue, une forte quantité d'eau froide très pure (fonte de la neige) s'introduit dans la montagne et remplit les vastes cavités souterraines; elle dilue donc l'eau gypseuse et produit, par l'augmentation de la pression, le plus fort débit des sources. Le long séjour de l'eau dans les cavités creusées dans le gypse fait que, pendant les neuf mois qui suivent, l'eau se sature de nouveau de cette substance et devient de plus en plus gypseuse.

Géothermie. — Dans la région Nord, où les couches s'enfoncent dans le sol, les terrains sont très secs, la chaleur se conserve à l'intérieur, et l'on peut constater, par exemple, que la température réelle au sommet de la montagne est supérieure à la température normale, calculée, en partant du tunnel, à raison d'une diminution de 1° par 200 mètres d'altitude. C'est, du reste, dans la galerie Nord que l'on a constaté les températures les plus élevées (maximum 54°). Le fait inverse a été observé du côté Sud. Entre le kilomètre 2 et le kilomètre 3, la température du rocher, qui avait atteint 33°,5, s'abaissa brusquement, et, à partir de ce moment, la température des sources rencontrées descendait jusqu'à 9°,8. On ne saurait mettre en doute que le refroidissement du rocher n'ait pas eu pour cause celui des sources. Ainsi, tandis qu'en terrain sec la température de la roche peut s'élever au-dessus de la normale, en terrain humide, on constate le cas inverse. Cet accident corrobore ce que M. E.-A. Martel avait précédemment déduit de l'étude des sources froides des Alpes françaises sur l'action réfrigérante que les infiltrations des hautes altitudes exercent sur les roches calcaires jusqu'aux résurgences des vallées basses, au point d'annuler totalement l'influence de la géothermique. Et cela montre aussi l'importance qu'il y a à bien consulter la température des résurgences pour la recherche de l'origine des sources.

M. H. Schardt poursuit, d'ailleurs, l'étude de ces intéressants problèmes de Géothermie et d'Hydrologie. Nous nous réservons d'y revenir avec lui, quand ses observations seront terminées et qu'aura paru la publication définitive de la *Monographie du tunnel du Simplon.*

P. Clerget,
Professeur à l'Ecole de Commerce du Locle.

[1] Cf. *Revue générale des Sciences* du 29 février 1904, p. 171.

§ 5. — Physiologie

Les « Archives internationales de Physiologie ». — Les Professeurs Léon Fredericq, de Liége, et Paul Héger, de Bruxelles, viennent de commencer la publication d'un nouveau journal de Physiologie en langue française : les *Archives internationales de Physiologie.*

Il existe déjà un important périodique de Physiologie rédigé en français : le *Journal de Physiologie et de Pathologie générale*, de Chauveau et Bouchard, dont les colonnes sont largement ouvertes aux savants français et étrangers. Mais ce journal, comme le fait remarquer la direction des *Archives internationales de Physiologie*, doit mesurer la place qu'il accorde à la Physiologie pure, et pourtant le nombre des travaux de laboratoire qui attendent leur publication augmente de jour en jour. Les deux journaux ne sont donc pas destinés à se faire concurrence, mais bien plutôt à se compléter et à se soulager l'un l'autre. Le *Journal de Physiologie et de Pathologie générale* accueillera probablement plutôt les travaux des savants français; les *Archives internationales* plutôt les travaux des savants belges, hollandais, hongrois, russes, suisses, etc., dont un grand nombre ont coutume de rédiger leurs Mémoires en langue française. Mais cette distinction n'a rien de nécessaire et d'absolu, car le premier fascicule paru contient déjà un travail publié par un laboratoire français, et les directeurs de la nouvelle publication se sont assuré la collaboration de plusieurs physiologistes français : MM. Arthus, Dastre, Delezenne, Hédon, Jolyet, Morat et Wertheimer.

S'inspirant des traditions qui font le succès du *Journal de Physiologie et de Pathologie générale*, la direction des *Archives internationales de Physiologie* recommande aux auteurs de choisir un titre qui donne une idée précise du contenu de leur travail, de condenser leur rédaction de façon à ne pas dépasser généralement 32 pages, d'adjoindre à leur travail un court résumé, rédigé de façon objective, de manière à pouvoir être utilisé directement comme référat ou analyse par les directeurs des *Jahresberichte* et des Revues annuelles de Physiologie.

Les articles de cette publication portent l'indice numérique de la classification décimale (élaborée par la Société de Biologie de Paris et adoptée par l'Institut bibliographique international de Bruxelles), concurremment avec celui de l'*International Catalogue*, publié par la *Royal Society* de Londres.

Ainsi dirigées et ainsi conçues, les *Archives internationales de Physiologie* ne tarderont pas à rendre de grands services et à prendre rang parmi les plus importants journaux périodiques de Physiologie.

§ 6. — Sciences médicales

La transmission de la diphtérie par l'eau. — La plupart des auteurs nient ce mode de transmission de la diphtérie. Ce n'est pas l'avis de MM. F. Seiler et W. de Stoutz [1]. Ils ont fait des expériences très intéressantes qui ont consisté à ensemencer une culture pure de bacilles de Lœffler dans une certaine quantité d'eau ordinaire (3 à 15 litres), à opérer, par l'agitation, une distribution plus ou moins uniforme des bacilles, et à garder l'eau ensemencée pendant vingt-quatre heures à une température de 18°. Le lendemain et les jours suivants, on prélevait une goutte de cette eau et on l'ensemençait sur du sérum. Le résultat de ces expériences a été de montrer que, pendant au moins six jours, le bacille de Lœffler reste vivant dans l'eau et qu'au début il semble même s'y multiplier. L'eau potable peut donc être le véhicule de ce microbe, et la propagation de la diphtérie par l'eau de boisson n'est pas impossible.

[1] Dr Romme : *Presse médicale*, Paris, 1904, n° 27.

§ 7. — Géographie et Colonisation

Les résultats scientifiques de l'Expédition antarctique écossaise Bruce. — De même que les autres Missions qui ont récemment parcouru les régions antarctiques, l'Expédition écossaise de la *Scotia*, placée sous le commandement de M. William S. Bruce, a rapporté des renseignements géographiques nouveaux ainsi que de nombreuses observations scientifiques, surtout océanographiques, dont nous donnerons un aperçu.

Le navire *Scotia*, parti de la Clyde le 2 novembre 1902, arriva à Port-Stanley, dans les îles Malouines ou Falkland, dans les premiers jours de janvier 1903, et se dirigea de là vers la mer de Weddell, le 26 du même mois. Au cours d'une croisière qui dura cinquante et un jours, la Mission accrut considérablement nos connaissances sur les mers qui s'étendent au sud des Orcades méridionales (South Orkneys) et des îles Sandwich. Cette route offrait un intérêt particulier pour les Écossais, car le seul voyageur qui avait visité jusqu'alors cette zone des mers antarctiques était le capitaine écossais James Weddell, qui, parti de Leith en 1823, avait atteint une latitude plus méridionale qu'aucun de ses devanciers : 74°15′.

Le *Scotia* longea d'abord vers l'Est, des Orcades aux Sandwich, le rebord de la banquise avant de trouver une ouverture, puis il fit une pointe hardie vers le Sud, aux abords du 25e méridien O. Gr. Le plan adopté par M. Bruce était de pousser vers le Sud aussi loin qu'il lui paraîtrait prudent de le faire; mais, en aucune hypothèse, il n'avait l'intention de laisser le navire se prendre dans les glaces de cette zone méridionale. C'est en naviguant en mer libre qu'il atteignit, le 22 février, 70°21′ S., par 17° O. Gr., non loin d'un point de l'océan Polaire où était arrivé Ross, en 1843, dans la mer de Weddell. Arrêté alors par la banquise, le navire revint au Nord par une route plus occidentale et, le 21 mars, rallia les Orcades. L'Expédition hiverna de mars à novembre dans l'une d'elles, l'île Laurie. Tout cet itinéraire nautique s'étendait sur 5.000 milles.

Les sondages entrepris par M. Bruce dans les régions méridionales qu'il avait atteintes lui firent reconnaître l'existence d'une mer profonde de plus de 4.500 mètres en moyenne. Ainsi se trouvait confirmée l'observation précédemment faite par Ross, d'après un sondage qu'il avait opéré plus à l'Est et dont les résultats avaient été très contestés. Au point extrême que M. Bruce atteignit au Sud, il trouva 4.650 mètres.

Durant cette croisière vers le Sud, on releva, bien qu'en été, de très basses températures de l'air, avec un minimum de —14° C. M. Bruce observa le même phénomène dans les Orcades méridionales. Quoique la station d'hivernage fût située entre 60° et 61° de latitude sud seulement, le *Scotia* resta emprisonné par des glaces solides pendant huit mois; M. Bruce pense qu'une couche continue de glace avait dû, pendant l'hiver, relier les Orcades à la terre de Graham, et donner à ces îles, nettement océaniques, un régime continental passager. L'Expédition du Dr Nordenskjöld avait observé aussi à son hivernage de Snow-Hill, près de la terre de Graham, une température moyenne de —12° C., qui était basse relativement à la latitude. Il existe donc là un centre de froid, dont les causes seraient à rechercher. D'aussi basses températures ne se rencontrent, à cette latitude, que dans la Sibérie orientale et dans les parages de la baie d'Hudson, c'est-à-dire dans des régions à climat continental.

Dans le groupe des Orcades, qui n'avait pas été abordé depuis Weddell, l'Expédition visita ou leva les îles Saddle, Laurie, Coronation.

L'archipel des Orcades se compose d'îles très montagneuses, au relief découpé, couvertes de neige et de glaciers. Les travaux topographiques furent malheureusement contrariés par l'état brumeux de l'atmosphère et par de très grandes variations dans la température.

Les Orcades semblent entièrement formées d'anciennes roches sédimentaires, principalement de grauwackes et de conglomérats. Près du cap Dundas, on a trouvé un spécimen de graptolite, le seul fossile des îles. La plus grande partie de leur surface est couverte de glace, sauf les endroits trop à pic pour la maintenir, ainsi que quelques petites îles ou presqu'îles.

Les glaciers se sont formés souvent sur les parties les moins inclinées et y ont constitué de courts champs de glace qui se brisent là où le sol devient plus escarpé. Les plus vastes de ces glaciers atteignent une longueur de deux milles ou plus, mais la plupart sont beaucoup plus courts. A la face terminale, la structure rayée de la glace apparaît, comme des lignes de stratification. Il y a ordinairement des moraines terminales, entièrement composées de fragments anguleux de rochers, recouverts d'un peu de terre et de sable; elles paraissent avoir une assez grande étendue, par rapport à la longueur du glacier. Les cailloux striés y sont rares et encore plus les cailloux arrondis.

Les collections zoologiques ramenées par le *Scotia* sont considérables et ne peuvent manquer d'apporter une très notable contribution à la connaissance de la faune des régions antarctiques. Non seulement de nombreux spécimens des diverses espèces ont été recueillis, mais encore des notes ont été prises sur chacun des animaux et des dessins en ont été faits par M. W. A. Cuthbertson, l'artiste de l'Expédition, afin de conserver un témoignage, pris sur le vif, de leurs formes et de leurs couleurs. De nombreux dragages ont été entrepris, dont six à des profondeurs d'environ 2.500 toises, entre les 60° et 70° de lat. S.; de ce nombre, quatre ont été faits au sud du Cercle polaire antarctique. Ces recherches ont fait découvrir au moins 70 espèces à des latitudes plus méridionales et à de plus grandes profondeurs que dans les précédentes expéditions; la plupart seront sans doute nouvelles pour la science.

Pendant le temps de l'hivernage, on ne prit pas moins de 2.000 poissons, principalement d'une espèce de *Notothenia*; mais quatre ou cinq autres formes furent également capturées. On fit aussi des collections considérables d'Invertébrés; les Mollusques, Crustacés et Echinodermes y sont largement représentés, ainsi d'ailleurs que les Vers, les Cœlentérés et les Eponges. Durant le trajet des Orcades aux Falkland, un dragage fit récolter une soixantaine d'espèces.

Comme Mammifères, on rencontra, principalement au nord du 61° S., la baleine bleue, qui est un *Balænoptera*, peut-être l'espèce *australis*. Quelques-uns des Cétacés observés pouvaient être des Mégaptères; mais on ne rencontra ni baleine franche ni physeter, espèces précédemment signalées par sir James Ross. Les quatre espèces de phoques déjà connues dans ces régions furent capturées.

Un très grand nombre d'oiseaux furent recueillis. On fut à même d'étudier les pingouins de diverses sortes qui fréquentent les Orcades. Parmi les autres espèces, il faut principalement citer les albatros, les pétrels, les goëlands. Une espèce de cormoran (*Phalacrocorax atriceps*) fut trouvée pour la première fois dans les régions antarctiques.

La flore des Orcades, la seule qui put être étudiée, ne fut trouvée ni riche ni variée : trois mousses, une hépatique, six espèces de lichen. On récolta plusieurs algues marines, dont une laminaire. Une espèce de *Protococcus* donnait à la neige une coloration rouge. L'étude du plankton fit découvrir un nombre énorme de diatomées, et relativement peu de crustacés.

L'Expédition établit dans l'île Laurie un observatoire météorologique et magnétique, fort solidement construit, qui commença à fonctionner pendant l'hiver austral de 1903. Cinq hommes de l'Expédition y ont été laissés avec M. R. C. Mossman, pour continuer les travaux scientifiques. Le Gouvernement argentin leur a adjoint une équipe de quatre hommes. A la fin de l'été austral, le *Scotia*, ravitaillé à la Plata, doit aller rejoindre ce personnel.

Gustave Regelsperger.

ESSAI SUR LA PSYCHOLOGIE DES RACES NÈGRES DE L'AFRIQUE TROPICALE

DEUXIÈME PARTIE : INTELLECTUALITÉ

Dans un premier article[1], nous avons essayé de grouper les principaux faits qui se rapportent à la sensibilité et à l'affectivité chez les Noirs; nous allons maintenant envisager les manifestations de leur intellectualité.

I. — Conception du vrai.

L'expression de la vérité dépend d'une série d'opérations physiologiques ou mentales, imparfaites dans leurs moyens, incertaines dans leurs résultats. Elle dépend de l'affinement des sens, de l'état physique et moral du sujet, de son degré de culture, de ses passions, de ses préjugés. Elle souffre d'autant moins de ces multiples contacts que l'individu est d'une intellectualité et d'une moralité plus élevées, fruit de l'éducation, de la conception abstraite du point d'honneur, peut-être de l'hérédité.

Comme on l'a vu, le témoignage des sens ne paraît pas plus trompeur chez le nègre que chez nous-mêmes. Mais l'interprétation est nécessairement beaucoup plus fautive. Les divers traits de son caractère, l'égoïsme, la légèreté, la mobilité, l'inattention y provoquent mille déformations. Qu'on ajoute encore la crainte, la nécessité du moment, la superstition, certaines idées obscures pour lui comme pour nous, qui le déterminent à contrefaire la vérité, sans recevoir le contrepoids d'aucune sanction morale, théologique ou légale. L'intérêt, le caprice et un grossier mysticisme sont les seules mesures auxquelles il rapporte l'expression des faits. Et, chose tout d'abord inconcevable, cette tournure d'esprit le porte parfois à parler contre lui-même. Ainsi, lorsque les sortilèges invoqués par le sorcier ont convaincu un homme d'un crime, on voit souvent cet homme, quoique innocent, douter de lui-même; devant la décision des fétiches et l'accusation publique, il hésite s'il n'a pas été réellement la cause occulte du méfait. N'aurait-il pas nuitamment et à son insu, par quelque mystérieux phénomène de magie, été sucer le sang du défunt? N'aurait-il pas, sans le savoir, proféré quelque parole, esquissé quelque geste néfaste, attentatoire à la santé d'autrui? C'est là une étrange aberration, mais qui n'aurait lieu de nous surprendre que si notre propre histoire n'en renfermait pas de nombreux exemples. La démonologie abonde en aveux de sorcières confessant les faits de possession et de maléfices.

On comprend quelle minime confiance il est permis d'accorder aux assertions les plus formelles d'un nègre, surtout lorsque se trouvent en jeu son enfantine vanité, le sentiment de son importance, la gloriole d'émerveiller l'entourage. Il faut entendre les conversations du soir, en petits groupes, autour du feu. C'est le moment des récits et des discussions. — « Tu mens! » — « La vérité, ma parole! » Telles sont les exclamations qui s'entrecroisent à chaque moment, sans que l'épithète de menteur offense personne : tout le monde y a droit.

La vérité pour le nègre n'est pas un être unique, objectif, indépendant de l'interprétation du sujet; elle est éminemment multiple et subjective. Son esprit mobile et tout à l'impression du moment la transforme inconsciemment suivant les besoins; il a vite fait d'accepter la nouvelle version et de croire à la réalité de ses propres fictions. La conclusion logique de ce qui précède est que le témoignage du nègre en justice n'offre absolument aucune garantie. Ce fait rend illusoire l'application de notre système de procédure dans nos colonies de l'Afrique tropicale.

II. — Loyauté et justice.

L'empreinte d'idées embryonnaires de mysticisme et de superstitions, considérées comme sanction morale, apparaît dans la loyauté relative des engagements, contrats ou traités, la fidélité des dépositaires, l'honnêteté des négociations. Le respect de la foi jurée, médiocre dans les conditions ordinaires, est mieux observé quand il est consacré par un rite ou lorsqu'une des parties contractantes a droit à la considération de l'autre partie. Ainsi l'alliance pratiquée par l'échange du sang, avec les cérémonies et simulacres d'usage, est un acte solennel, dont les clauses sont strictement observées pendant un temps assez long. De même, aux premiers temps de la pénétration européenne, avant qu'une fréquentation plus intime et l'emploi d'agents subalternes plus grossiers eussent flétri le prestige de la race blanche, avant que l'abus de procédés sommaires et d'actes trop souvent déloyaux

[1] Voir la *Revue* du 15 juillet 1904, t. IV, p. 638.

nous eût aliéné la confiance, tout ce qui touchait à l'Européen était scrupuleusement respecté. On ne compte pas les exemples de marchandises confiées à des chefs, oubliées dans des villages pendant plusieurs années, et qui, ensuite, nous étaient rendues non seulement dans leur intégralité, mais encore en parfait état de conservation. Les choses ont bien changé depuis.

Je conviens que la peur de représailles, le respect de la force sont pour quelque chose dans cette honnêteté. Néanmoins il y a, je crois, un peu mieux que la seule peur du gendarme, peut-être quelque chose du sentiment mystique que j'ai déjà signalé et qui s'efface dans certaines circonstances. Ainsi, d'indigène à indigène, dans les conditions ordinaires, c'est-à-dire quand il n'est point intervenu de rite spécial, on se trompe et on se vole sans vergogne. De même, l'Européen conserve le respect, tant qu'il a su garder son auréole de demi-dieu. Dès qu'il est reconnu comme un simple être humain, avec ses faiblesses et ses vices, on le trompe et on le vole avec la même aisance. C'est pour cela peut-être (outre la dépravation du nègre demi-civilisé) qu'il est moins difficile de trouver des domestiques honnêtes chez les sauvages de l'intérieur, peu familiarisés avec les blancs, que parmi les populations de la côte. Pour la même raison, toutes choses égales d'ailleurs, on a d'autant moins de chances d'être friponné qu'on sait mieux garder sa dignité vis-à-vis de son entourage et imposer le respect, ce qui n'entraîne pas nécessairement la rigueur et les peines corporelles. Pendant longtemps, les boys loangos parurent mettre un point d'honneur à respecter les biens de leurs maîtres; ils préféraient exercer leurs rapines chez le voisin. On devait se méfier d'eux dès le moment qu'ils cherchaient à vous quitter; dès lors, ils se considéraient en quelque sorte comme déliés de tout engagement et de tout scrupule.

D'ailleurs, le nègre est voleur sans fourberie et stupide dans sa malhonnêteté. Il trompe avec une insigne bêtise et manque d'habileté là comme en tout. Il n'est pas roué; il manque d'imagination. Il est fripon avec lourdeur et voleur sans génie.

Le nègre a le sentiment inné de la justice. Non pas qu'il ait assez de désintéressement pour l'appliquer aux autres même contre son propre intérêt. C'est là une vertu rare, même chez les hommes les plus cultivés. Mais, douce ou sévère, il la conçoit à l'égard de lui-même. Je ne parle pas de la récompense, qui, bien entendu, est toujours acceptée avec plaisir, méritée ou imméritée. Une punition sévère infligée à propos ne provoque pas le ressentiment. Bien plus, notre indigène en admet très volontiers le principe, conforme à ses idées en matière de justice et d'autorité. Le blanc bon et généreux, mais qui sait sévir à l'occasion, mérite son estime et sollicite son admiration. Mais il est nécessaire que le châtiment suive de près la faute bien reconnue et qu'il lui soit proportionné. Il vaut mieux aussi ne pas être soi-même l'exécuteur de ses propres arrêts, au moins dans les cas graves. Moyennant ces conditions, l'effet de la peine corporelle est excellent et goûté par ceux mêmes qui en sont l'objet. C'est le seul frein que le Noir comprenne et qui, moyennant qu'on n'y apporte ni excès ni brutalité, satisfasse à la fois le bon ordre et l'humanité. La prison ne cause que très peu de privation à un être aussi fataliste. Il a tant d'inertie qu'il est à peu près impossible de le forcer au travail par nos moyens habituels de coercition. L'expérience de chaque jour le démontre surabondamment dans tous nos grands postes.

Il est une faute dont il faut bien se garder et dont beaucoup d'Européens abusent malheureusement : c'est d'injurier les indigènes. Les Noirs apprécient parfaitement le sens des expressions triviales et des manières grossières. Ce travers déconsidère l'Européen et diminue son prestige. Mieux vaut encore frapper dans un mouvement de colère.

Le vocabulaire injurieux de nos Africains est très restreint. Il contient des termes anodins équivalents à *nigaud*, *sot*, *imbécile*, et aussi quelques expressions ordurières, qui, dans tous les idiomes, visent uniformément les parties intimes soit de l'interlocuteur, soit de ses père et mère. Le plus souvent même, ces expressions n'ont pas un caractère à proprement parler injurieux ni outrageant; c'est plutôt une sorte de raillerie ou de persiflage obscène, des gaillardises destinées à éveiller l'hilarité aux dépens de quelqu'un.

III. — Activité laborieuse.

On répète sans cesse que le nègre est paresseux. J'estime, pour moi, sans craindre le paradoxe, que c'est pure calomnie. Il n'est point paresseux. Il est seulement inoccupé et n'a aucun motif déterminant pour travailler davantage. Il n'appartient pas, comme le civilisé, à des groupements compacts de populations, où la terre est distribuée à l'homme avec parcimonie, où le même sol, épuisé par des siècles de culture, est sans cesse contraint de repaître des foules affamées, où les intempéries sont rudes et livrent à la santé des assauts cruels. Dans nos sociétés, l'individu ne surnage que par le jeu incessant d'une activité considérable. Là, le paresseux est celui qui n'a point l'énergie de pourvoir à ses propres besoins, qui ne prend pas sa part du labeur commun et qui reste à la charge de ses concitoyens.

Chez les primitifs, il en va tout autrement. La

population y est à l'état d'extrême dissémination. Il n'est pas nécessaire de se disputer le terrain pour y vivre. La fécondité du sol, le peu de travail qu'exigent la culture, la chasse et la pêche, la sobriété coutumière aux habitants des pays chauds, la clémence du milieu climatérique[1], tout cela réduit au minimum la somme d'efforts nécessaires à pourvoir à la nourriture, au vêtement et à l'habitation. Quelques bananes, quelques morceaux de manioc ou poignées de riz, un peu de viande ou de poisson fumé suffisent à la ration journalière. Le corps est huilé contre les ardeurs du soleil; un morceau d'étoffe, une peau de bête, quelques herbes complètent la toilette. Des perches, des herbes et du feuillage constituent les principaux éléments de l'architecture. La plus grande partie de l'existence se passe au plein air : inutile donc que les cases soient très spacieuses ; elles se réduisent au rôle d'asile pour la nuit et d'abri contre les pluies. Les bois morts ramassés dans la forêt voisine servent de combustible pour la cuisine et pour lutter contre l'humidité nocturne.

Fig. 1. — *Forgerons Zandés.*

Lorsque les besoins essentiels de l'existence sont si facilement satisfaits, pourquoi se donner une peine superflue? Pourquoi travailler à acquérir des biens inutiles? L'oisiveté de l'indigène n'est pas imputable à lui-même, mais à la Nature, qui l'a trop gâté. C'est simplement l'application de la loi du moindre effort. Cette corrélation est encore mieux mise en lumière, quand, au lieu de considérer l'ensemble des races de l'Afrique équatoriale, on examine leurs caractères particuliers. On saisit alors parfaitement combien une existence plus dure ou certaines nécessités locales sont aptes à suggérer l'ingéniosité et à développer l'activité laborieuse. Ainsi, par exemple, grâce à sa lutte incessante contre une nature ingrate, au milieu des forêts, le Pahouin est, sinon plus travailleur, au moins plus adroit et plus opiniâtre que ses voisins des pays découverts. C'est là, sans doute, le secret de sa rapide extension et de ses incessants empiétements. Sur les limites du vaste domaine qu'il occupe déjà, son infatigable et patiente ténacité triomphe lentement et sans violence de populations amollies sous un ciel plus clément et dans un milieu plus civilisé. Déjà l'avant-garde de ce grand mouvement subit la même influence délétère : arrivés sur la côte, après avoir submergé les vieilles populations qui l'habitaient, les premiers flots de l'invasion viennent mourir dans les dernières ondulations de l'Océan.

La configuration géographique, quelques particularités géologiques, la présence d'essences végétales spéciales ont introduit une sorte de division du travail parmi les populations : il y a des culti-

[1] Bien entendu, il ne s'agit ici que de l'indigène. L'Européen non acclimaté se trouve dans des conditions physiologiques notablement différentes.

vateurs de manioc, de tabac, des boucaneurs de poisson fumé, des fabricants d'huile de palme, des chasseurs d'ivoire, des fondeurs et forgerons en fer ou en cuivre (fig. 1 à 3), des potiers, etc.

Ainsi l'inactivité du Noir, son indolence, sa nonchalance, et aussi son fatalisme sont des traits de caractère qui se comprennent et s'enchaînent logiquement. Ils amènent peu à peu à concevoir le caractère tout entier comme lié au milieu et aux conditions d'existence où les peuples de l'Afrique équatoriale ont de tous temps vécu. Quand le Noir a assuré l'existence du moment ou qu'il a acquis l'objet désiré, il rentre au village et se laisse aller avec bonheur au doux farniente. Il mange à son appétit, fait sa sieste, prend part aux palabres. Demain ne le trouble pas; la quiétude du présent captive seule son esprit. Devant sa case, étendu sur une natte à l'ombre, le dos confortablement appuyé sur une sorte de trépied emprunté à une branche fourchue, chassant les mouches avec un petit balai d'herbes fines, les yeux mi-clos, il semble le chat se reposant douillettement d'un bon repas. Comment comprendrait-il l'agitation des Européens? Pourquoi l'Européen, qui est riche, qui a tous les biens possibles dans sa patrie, ne s'y tient-il pas tranquille? Pourquoi tout ce mouvement? Pourquoi toujours en voyage sans raison apparente ou simplement pour voir des pays qui sont comme tous les autres avec des arbres, des rivières, des villages et des hommes? Bien plus, pourquoi deux Européens, qui causent ensemble, ont-ils l'inconcevable manie d'aller et venir, de faire les cent pas, au lieu de deviser paisiblement, assis auprès du feu? Un petit domestique, que j'avais en pays Zandé et qui était fort ennuyé de me suivre dans mes pérégrinations, résumait très bien les idées de ses frères noirs à notre égard, en disant que les blancs sont comme ces *gnama kètèkètè*, les sauterelles, qui voyagent sans trève ni repos. Le raisonnement est déjà ancien, même chez nous : on le trouve dans Horace.

Fig. 2. — *Couteau bafourou.*

Et c'est ainsi que le Noir et l'Européen échangent les qualificatifs d'« agité » et de « paresseux », faute de se rendre un compte exact des conditions si différentes dans lesquelles ils vivent.

De ces faits découle une autre conséquence curieuse et inconciliable avec nos idées économiques. Puisque le travail n'existe presque pas pour le Noir, que ses besoins sont limités et, d'ailleurs, aisément satisfaits, il en résulte que c'est la rareté, l'utilité, la convoitise, beaucoup plus que l'effort qu'il a fallu pour produire un objet, qui crée sa valeur. Comme le trafic se fait par échange, les deux parties se contentent d'apprécier l'équivalence des satisfactions que peuvent procurer les deux marchandises en présence. Mais qu'un article soit cédé sur place ou porté sur un marché à huit jours de distance du lieu de production, c'est un facteur qui n'entre pas dans le décompte de la valeur. En effet, peu importe à l'homme, qui le colporte, de vivre ici ou là. Il ne sait évaluer l'objet que comme matière brute. Il ignore les côtés abstraits de l'estimation du prix, comme le travail de fabrication, le transport, le temps dépensé, le chômage, les intérêts que son absence pourrait avoir laissés en souffrance.

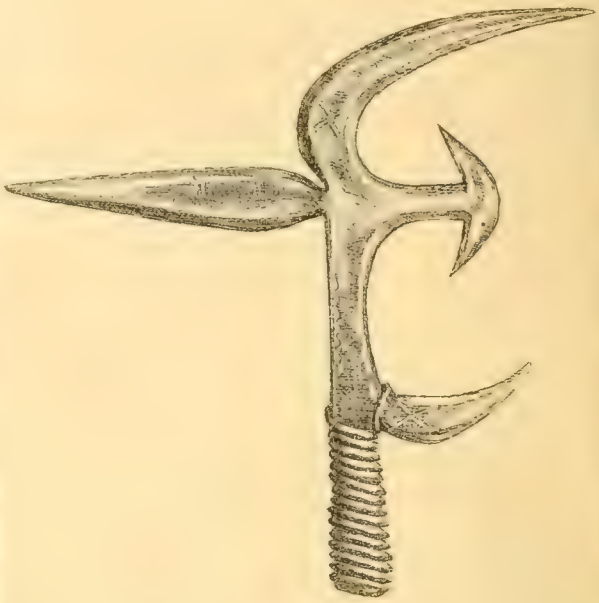


Fig. 3. — *Couteau de jet (troumbache) du Haut-Oubanghi et des Sultanats.*

Pour le Noir, les biens les plus précieux sont ceux qui intéressent directement sa vie et sa sécurité : tels les outils de pêche et de chasse, les pirogues, les armes. Et encore c'est à peine si le sentiment de la propriété se nuance d'un léger instinct de prévoyance. C'est surtout une affaire d'amour-propre et de vanité. Amasser un trésor, épargner pour l'avenir, à quoi bon? La Nature ne subviendra-t-elle pas aux besoins demain comme aujourd'hui? Le suprême bonheur, c'est d'éblouir l'entourage par l'étalage de ses richesses. Une pièce d'étoffe vient d'être gagnée après un long service dans un comp-

toir européen, vite on va s'en revêtir, se pavaner dans le village; on ne quittera pas son beau pagne même pour les occupations les plus grossières. Quelques heures après, le pagne est souillé, lacéré. On n'y regarde guère; le gaspillage n'est rien auprès de la vanité satisfaite. Notre nègre est facilement prodigue, quand il est dans l'abondance. Il trouve un plaisir enfantin à inonder de largesses tous ses amis d'occasion. J'ai connu un nommé Mouloulou, autrefois esclave des Bobanghi, qui s'était racheté, était devenu un personnage parmi ses anciens maîtres et avait amassé une véritable fortune grâce à son talent du commerce. Il avait tout gaspillé, tout distribué, tout perdu au jeu et s'était remis aux affaires.

Quelques tribus ont le génie du négoce. Dans la partie de l'Afrique que nous étudions en ce moment, les plus grands trafiquants sont les Pahouins, les Bakongo et les Bafourou[1].

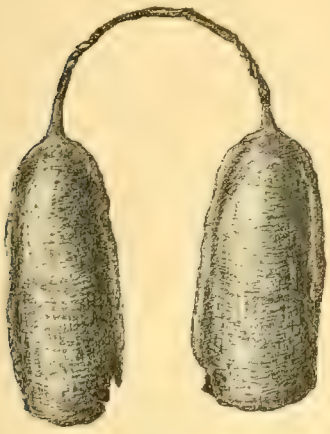


Fig. 4. — *Monnaie bondjo.*

Le Pahouin, homme de la forêt, est âpre au gain et chicaneur; il ergote, il marchande; il défend ses intérêts avec âpreté; il a approfondi l'art de la fraude et de la falsification : il sait introduire des pierres dans les boules de caoutchouc pour en augmenter le poids. La durée de ses négociations est interminable; il revient vingt fois à l'assaut par différents détours pour avoir un meilleur prix. Il va promener sa pointe d'ivoire ou quelques boules de caoutchouc de factorerie en factorerie. Il attend un peu, puis reparaît et recommence sa tournée. A la longue, il se décide; il accepte enfin un prix, qu'il se fait allouer en une marchandise quelconque, en vérifiant avec méfiance si le compte y est bien. Tout n'est pas fini. La marchandise qu'il vient de recevoir n'est, à ses yeux, que la valeur représentative de son ivoire, mais ce n'est pas ce qu'il désirait. Le voici accroché au comptoir. Il va tâcher maintenant d'échanger ce qu'il tient pour ce qu'il convoite, aux meilleures conditions possibles. Il recommence à choisir, débattre les prix, se raviser, revenir, refuser, reprendre encore : c'est à lasser la patience la plus angélique.

Les autres tribus sont moins rapaces. L'enjouement et l'exubérance propres aux gens des pays découverts donnent à leurs transactions commerciales plus de bonhomie et d'animation. Elles tiennent des marchés publics à jours fixes. Ces jours, dans certaines régions, servent même à marquer une courte période de temps analogue à la semaine. On dit : « J'irai te voir le jour de tel marché ». Sur ces places de réunion, où convergent les produits les plus divers, comestibles et esclaves, pièces d'étoffe et pointes d'ivoire, la foule est gaie et bruyante sous l'ardent soleil. Des farceurs échangent de grasses plaisanteries; une caravane de porteurs s'arrête, couverte de sueur et de boue; une marchande défend son poisson fumé et sa viande séchée contre les entreprises d'un chien et les assauts des milans effrontés qui fondent du haut des airs; des joueurs risquent leurs marchandises sur les jetons qu'ils lancent en l'air avec des cris aigus et des claquements de doigts; des groupes de femmes potinent; des gamins se roulent dans la poussière; des affamés font cuire à la hâte dans une marmite crasseuse des morceaux de charogne faisandée; un étranger essaie de se faire entendre d'un marchand indigène avec force gestes et barbarismes. C'est un tumulte discordant, un brouhaha de toutes sortes de langues et d'onomatopées. L'odorat a sa part du tableau pour la perception du plus hétéroclite mélange d'odeurs répugnantes : sueur, fumée, cuisine, vivres pourris, chairs gâtées, huiles rances dont les élégants s'enduisent la peau, le tout concoctionné et sublimé par la chaleur torride de midi. Je vois encore un de mes porteurs débattant le prix de quelques pains de manioc contre un morceau d'étoffe. Ce morceau paraissait trop exigu au marchand. D'autre part, le client, qui tenait à son déjeuner, essayait de fléchir le marchand. A bout d'arguments, il lui tint à peu près ce discours : « Avec mon pagne, tu seras beau, tu te promèneras fièrement dans ton village; il te durera de longs jours. Que deviendra ton manioc? Je vais le manger; il descendra vite, vite; puis je m'écarterai dans la brousse et prrtt! il s'en ira... » Je ne me souviens plus si le marchand s'est laissé attendrir; mais sûrement l'orateur méritait le meilleur succès pour le haut comique du ton, du geste et la justesse des onomatopées destinées à peindre vivement la durée éphémère et l'issue fatale du manioc, comparées aux avantages durables du morceau d'étoffe. Cette petite anecdote montre aussi, par parenthèse, un exemple de l'estimation de la valeur des objets d'échange, basée, comme je l'ai dit plus haut, sur la seule utilité immédiate.

[1] Ce nom de Bafourou ou, comme prononcent les Batéké, *Abfourou*, est donné par les gens du bas Congo à plusieurs tribus de même race qui habitent le delta intérieur du moyen Congo, de l'Oubanghi à l'Alima. Ils leur donnent aussi le nom de Bayandzi, qui comporte un peu de la nuance de mépris que les Européens donnent aux termes « sauvage », « bushman ».

IV. — Gaité.

Je n'ai jamais trouvé que le nègre fût ni très gai, ni très drôle. Il est plutôt mélancolique. L'homme des forêts a l'humeur triste et morose; il rit peu; ses danses sont sauvages et d'un rythme endiablé. L'homme des plaines est plus plaisant. Mais il n'a pas souvent la gaîté communicative et la joie exubérante. Ses jeux mêmes et ses danses sont empreints de calme, voire même d'une certaine tristesse. Le contraste est frappant entre le mouvement désordonné, les gestes lascifs de ces danses et le sérieux des visages. Ces gens-là n'ont vraiment pas l'air de danser pour s'amuser. Ce qu'ils cherchent, c'est plutôt l'étourdissement de mouvements rythmés indéfiniment et de chants répétés à satiété. Ils y trouvent une sorte d'ivresse, de surexcitation nerveuse, qui n'a rien de la gaîté, mais tient un peu de l'exaltation du fakir ou de l'Aïssaoua. Par une sorte de dilettantisme, ils aiment s'essayer à l'exécution élégante d'un pas ou d'une contorsion difficile. Parfois, on rencontre dans le sentier un indigène, homme ou femme, qui, se croyant seul, pose à terre son fardeau, esquisse, en fredonnant, quelques mouvements cadencés du tronc et des bras, puis reprend sa charge et repart.

Leurs distractions révèlent quelquefois une sorte de nervosité maladive. Des femmes se réunissent en petit groupe; elles chantonnent une mélopée plaintive et bientôt se mettent à pleurer à chaudes larmes. Demandez-leur la cause de leur chagrin; elles répondent qu'elles n'ont rien, qu'elles font cela pour s'amuser.

Je ne connais guère que les populations riveraines du haut Oubanghi[1] et une petite tribu de la haute Sanga[2] qui aient un caractère enjoué et amusant. Ils chantent à journée entière, abondent en farces, calembours, quolibets, niches et espiègleries. Ils connaissent les petits jeux de société; tel le suivant. Celui qui, à la tombée de la nuit, aperçoit la première étoile dans le ciel crie : « *mapolo!* » Son camarade lui doit un gage. Ils pratiquent volontiers les « scies ». Un jeune Bouraka, qui faisait partie de ma maison, avait imaginé de pousser vingt fois le jour sur un ton suraigu le cri *kè-kou!* auquel il faisait succéder d'un ton plus grave un *kè-kou-kè* sonore. Cela ne signifiait rien, mais il était heureux de ce « bateau » de rapin ou de Gavroche à l'endroit de ses compagnons. Sa joie devint délirante une fois que, à son *kè-kou* suraigu, je donnai moi-même la réponse *kè-kou-kè*.

Les jeux d'adresse ou de hasard sont connus partout et trop nombreux pour que j'essaie d'en donner même un aperçu. Le plus répandu est une sorte de jeu de dés. Une poignée de cauris, de cailloux plats, de fragments de faïence, est lancée en l'air. Le coup est bon ou mauvais selon le nombre des jetons qui tombent sur une face ou sur l'autre. Les Noirs apportent à ce jeu autant de passion que nos joueurs de baccarat ou de poker. Ils oublient tout pour lui, négligent tout, y risquent et y perdent leurs marchandises d'échange, le pagne qui les couvre, les aliments de leur futur repas.

V. — Intelligence.

§ 1. — Évolution intellectuelle.

Il y a deux stades bien distincts dans la vie intellectuelle du nègre.

Enfant, il est aimable, gentil, gracieux comme tous les petits dans les races animales et humaines. Le jeune Noir a l'esprit vif et docile. Il se montre

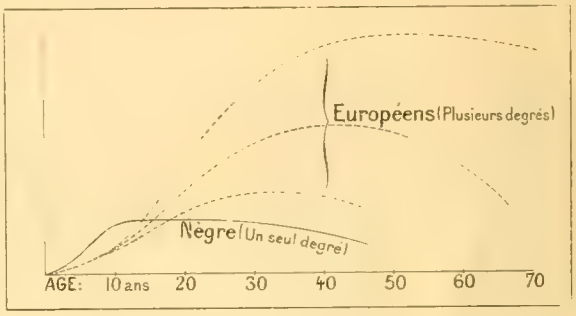


Fig. 5. — *Courbes représentant le développement intellectuel chez le Nègre et chez les Européens.*

très précoce, plus précoce à coup sûr que la grande majorité des bambins européens. Il comprend et s'assimile sans peine tout ce qu'on lui montre. De bonne heure, il prend part à la vie de la famille. Il n'a pas d'éloignement pour le travail; ses aînés abusent même de ses bonnes dispositions pour se décharger sur lui de leur besogne.

A la puberté, tout change; il se produit un brusque arrêt de développement et même une sorte de régression. A ce point de vue, la comparaison de l'évolution intellectuelle chez le Noir et chez l'Européen est très intéressante. On pourrait la figurer (fig. 5) par deux courbes rapportées à un même système d'axes coordonnés, où les années de la vie sont portées en abscisses et où les ordonnées sont des longueurs représentatives du développement intellectuel, comme s'il était possible d'assigner à celui-ci des valeurs numériques. L'évolution du nègre, rapide durant les douze premières années, s'infléchit ensuite, devient stationnaire et même légèrement décroissante pendant une quinzaine d'années environ; enfin survient une décrépitude rapide. La vie est courte dans

[1] Banziris, Bourakas, Sangos, Yakomas.
[2] Pandés, peut-être proches parents des précédents.

l'Afrique équatoriale[1]. Le Noir ignore son âge; mais, autant qu'on en peut juger sur des sujets où notre œil n'est pas accoutumé à discerner les progrès du temps, les individus de cinquante ans sont déjà très rares.

L'Européen, au contraire, subit dans le début de sa vie des transformations plus lentes et mieux graduées; la courbe de son activité psychique, quoique variable avec les prédispositions intellectuelles des individus, acquiert une amplitude plus large et plus étendue, précisément à partir du moment où celle du Noir marque l'état stationnaire, pour ne décroître qu'après un laps de temps moitié plus long au moins que celui de son frère inférieur.

Ainsi, à partir de l'âge de douze à quinze ans, les facultés, d'abord assez ouvertes, de notre indigène deviennent alourdies et obtuses. Sa compréhension s'arrête. Il se confine, il se fige dans sa mentalité d'homme primitif. Désormais, il ne dépassera plus le degré où l'a conduit le progrès rapide de ses jeunes années. Celui même qui a reçu l'éducation européenne en emporte seulement le vernis, une sorte de décor extérieur, qui recouvre sans l'entamer la structure intime de son âme rudimentaire. Ce costume emprunté n'est que la mascarade des instincts hérités d'une longue lignée de sauvages et ridiculement déguisés sous des haillons disparates et mal ajustés.

§ 2. — Effets de l'éducation.

Cette particularité psychologique a fait dire avec juste raison que le nègre est assimilateur, mais non créateur. Il imite en quelque sorte comme un acteur, qui, même au feu de l'action, sait donner l'illusion des sentiments, sans les avoir lui-même ressentis. Des divers étages que la Psychologie contemporaine a découverts chez l'homme, c'est la conscience supérieure seule qui paraît atteinte chez le nègre par les impressions antérieures et par l'éducation. L'ébranlement ne pénètre pas jusqu'à la subconscience. On dirait qu'une éducation insuffisante de la race, au cours des siècles, ne lui a pas héréditairement créé cette subconscience. Cela nous donnerait la clé de cette mobilité d'impressions, de cet état superficiel d'idées, d'autant plus faciles à bouleverser et à effacer qu'elles ont poussé des racines moins profondes dans le sous-sol de l'âme et qu'elles ont trouvé dans le *subliminal* un terrain moins bien préparé, moins fertile et, en quelque sorte, moins tenace. Vous ferez d'un nègre un bon menuisier, un bon mécanicien, un bon copiste même; j'en ai connu auxquels (ô aberration!) on avait inculqué des éléments de latin, d'Algèbre et de Géométrie. De tout cela, il ne prend que la routine. Toutes ces notions plus ou moins facilement acquises restent stériles, faute de trouver, au-dessous de cette mémoire fugace et de cette intelligence superficielle, les éléments inconscients, mais fécondants, qui constituent le génie, le talent ou la simple, mais véritable intelligence.

Le Noir reconnaît sincèrement la supériorité de la race blanche. Il ambitionnerait d'y atteindre; la vanité l'y pousse et aussi, sans doute, cette impulsion secrète vers le mieux qui sollicite tous les êtres. Mais, n'en apercevant par les ressorts réels, il s'imagine qu'il lui suffit, pour y parvenir, de singer notre costume, nos manières, nos façons de parler. Beaucoup d'Européens aussi se laissent prendre à ces apparences, pour n'être pas assez convaincus que l'éducation de l'individu n'est rien sans l'éducation de la race et que, s'il est vrai que celle-ci ne puisse arriver que par celle-là, au moins y faut-il admettre une très longue période de temps.

D'autres concluent à l'imperfectibilité de la race noire. Exagération contraire, mais non moins irrationnelle. Comme je viens de le dire, un individu considéré isolément ne saurait dépasser le niveau moyen de la mentalité de sa race à un moment donné : il en subit la loi; il en est une fonction. Néanmoins, on peut avec quelque apparence de raison présumer que, comme l'individu, la race subit une évolution progressive, si le milieu, où elle est placée, fait de ce progrès une condition nécessaire de sa conservation. Cela ne saurait arriver que par des moyens naturels et avec une grande lenteur : il faut vingt ans pour faire l'éducation d'un homme; il faut vingt siècles pour faire l'éducation d'une race. Les moyens de coercition, en jetant le trouble et l'incohérence dans le jeu normal des facultés, ne peuvent avoir d'autres résultats que d'en retarder l'épanouissement, d'y porter la corruption ou d'amener la mort de la race. Il faut, en outre, remarquer que le progrès engendre le progrès, que la vitesse du perfectionnement croît avec le temps et que, de la sorte, le développement intellectuel obéit à une sorte de progression géométrique.

Nous constatons déjà à notre époque l'effet désastreux des procédés trop rapides par l'inadapta-

[1] Quelles sont les causes de cette brièveté de la vie? Il est difficile de le savoir. Ces causes ne pourraient être démêlées avec quelque certitude qu'au moyen de statistiques de mortalité qu'il est impossible d'établir. L'usure et la décrépitude paraissent plus rapides que dans la race blanche. Les morts accidentelles sont fréquentes; la protection de la vie n'est point organisée comme chez nous. Pourtant la nosographie des races noires est beaucoup moins riche que la nôtre; elle se borne presque exclusivement (outre les accidents justiciables de la chirurgie) à quelques maladies parasitaires et épidémiques. Celles-ci (notamment la maladie du sommeil, une sorte de pneumonie infectieuse et la variole) font de nombreuses victimes.

tion du Noir actuel à nos idées, par la perversion de ces idées en passant chez lui, parfois par le détraquement de son cerveau.

Nos idées, de même que nos coutumes et nos lois, ont été conçues sous d'autres climats, dans des conditions sociales toutes différentes. Pour le nègre, ces importations non seulement sont étrangères, mais encore lui paraissent étranges. Il n'en saisit que l'incompatibilité avec son milieu et sa nature. Tout cela lui paraît aussi inconcevable que si lui-même prétendait nous faire adopter son costume au mois de janvier, sous prétexte que la nudité est de mise au Congo.

Les enfants élevés dans les missions y apprennent la lecture, l'écriture (fig. 6) et les premières notions d'Arithmétique. Quelques-uns atteignent un degré d'instruction primaire assez avancé. On arrive à en faire des scribes, des copistes. Mais l'instruction ne leur est jamais autrement utile pour leur propre culture; ils n'y gagnent aucune originalité, aucun profit intellectuel. Ils ne lisent plus et ne cherchent point à compléter leur instruction.

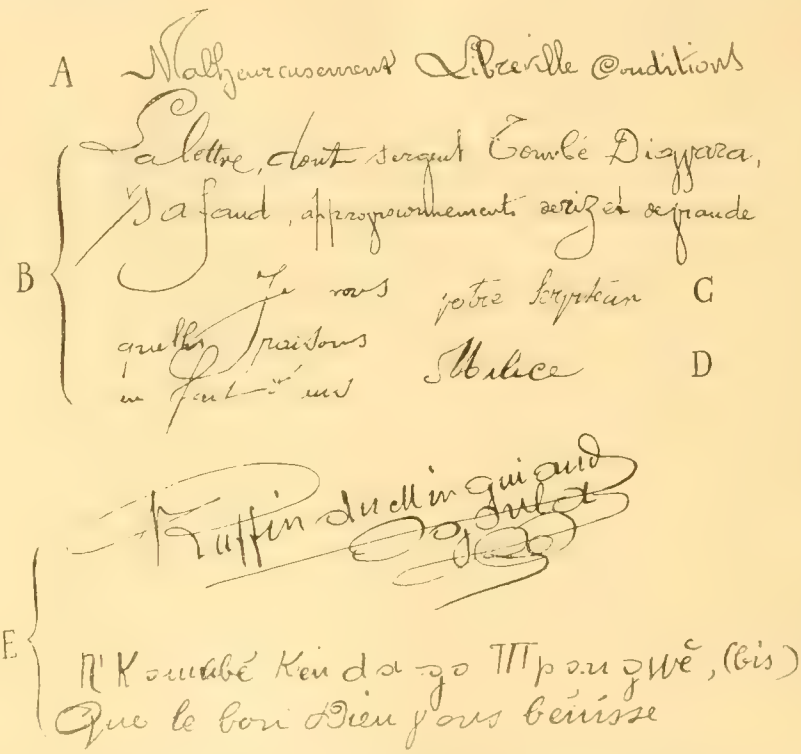


Fig. 6. — *Spécimens d'écritures de Gabonais et de Loangos.* — Les lettres placées en regard des exemples correspondent à des auteurs différents.

Depuis quelques années, les gens de la côte sont possédés d'une vraie rage de correspondance : toujours imitation de l'Européen. Les adresses affichent des qualificatifs pompeux; on y échange des titres sonores. Et le libellé de ces lettres! Quel plaisant recueil d'expressions ampoulées, de termes ronflants employés hors de propos ou à contresens, de mots bizarres[1], de locutions empruntées à leur éducation première et jetées comme au hasard à travers le discours! Témoin une pétition adressée à l'administrateur de Brazzaville, et qui débutait par ces mots : « Nous venons vous demander un moment de laconisme verbal. » Et la lettre suivante, dont je ne puis, vu sa longueur, transcrire que quelques extraits; elle est adressée à une jeune mariée, qui faisait à la fois le bonheur de la population étrangère et de son époux, auquel elle rapportait des petits profits. Je respecte l'orthographe et la ponctuation :

Ma chère Elise Izourè, j'étais très peiné de vous[1] quitter. Une fois que le paquebot eut quitté la rade pour prendre le large, j'avais le cœur bien gros en pensant à toi, en pensant surtout à ton amour pour moi, toutes ces pensée réunis, et plus encore celle de ton mal de ventre, firent couler des larmes de mes yeux qui n'ont jamais versé de larmes depuis la mort de mon père, et je priais Dieu de te guérir au plus tôt.... Le lendemain soir nous partons avec l'Eclaireur pour monter à l'Ogoouè. La nuit, seul à l'arrière, assis sur une chaise, je pensais au pays paternel et à ma chère Izourè et je lui chantais cette chanson : Obambo Pernambuco, Obambo Pernambuco, awè ya riguinli myè z'orèma... nkombé kenda go Mpongwè (bis)... Rufin mbia yi Mpongwè, yi tondo ndè n'orèma. etc. etc. etc. etc.... Enfin je suis arrivé maintenant bien portant, ta chaleur a failli me passer, mais ça ne m'a rien fait... N'as-tu pas vu par bonheur la bague que tu m'avais donnée sur la table le matin? Si tu la vu, mets la dans la lettre que tu m'écriras, et envoie la moi. Sois bien portante et soigne toi surtout bien, car tu as l'habitude cacher tes maladies, je le dis parce que moi qui étais toujours près de toi je ne savais pas que tu étais et si par un soupçon je ne t'avais pas demandé si tu étais malade, tu l'aurais pas dit de toi-même.... tu n'aurais pas déclaré ta maladie à Hoguè qui quoique malgré son caractère de colère ou plus tôt son air toujours furieux a au fond très bon cœur surtout pour moi..... (*Signature.*)

[1] En thèse générale, même chez nous, l'homme à l'esprit fruste et peu cultivé ne sait pas s'exprimer simplement; il emploie volontiers les termes amphigouriques et l'orthographe compliquée. La précision et la simplicité sont incompatibles avec l'esprit commun.

[1] Les langues indigènes n'admettent qu'une forme de pronom pour adresser la parole à quelqu'un. Le *vous*, employé ici, est emprunté à la politesse anglaise qui réprouve le *tu*.

Ce que je plains ici c'est la chaleur.
Nota Bene : Ce n'est pas toi seule, ma chérie, qui a pleuré a mon départ pour Lambaréné, un Anamite même qui est mon ami a pleuré parce que disait-il qu'il m'aimait beaucoup et que s'il savait que j'étais sans emploi, il m'aurait fait un médicament pour en trouver.

Ce dernier paragraphe, pompeusement précédé des mots *Nota bene*, est intéressant à deux points de vue : d'abord à cause de la trop naïve confiance de ce sauvage à peine dégrossi dans le sycophante de race jaune[1] ; en second lieu, à cause du contraste que présentent, d'une part l'éducation religieuse inculquée à l'auteur de la lettre et affirmée par plusieurs locutions dévotes, d'autre part ce mot « médicament », en gabonais *ngango*, dont la traduction vraie est « sortilège » et qui révèle, mieux encore que le reste de la citation, combien l'empreinte chrétienne est restée superficielle et combien subsiste encore avec ténacité l'âme fétichiste. J'y reviendrai plus loin.

Mis en possession des moyens, des commodités, des ressources que lui apportait notre civilisation, le Noir a été naturellement conduit à les mettre au service de ses défauts innés. De plus, transplanté dans une société policée et spiritualiste, il a perdu ses notions naïves de sanctions basées soit sur la force, soit sur des conceptions superstitieuses et occultes. Nos moqueries lui ont fait honte de ses croyances ; son ébauche de conversion à un autre culte, si elle n'en a point détruit le fondement essentiel, en a du moins brisé le frein. Dans son nouvel état, il n'a pas encore eu le temps d'acquérir les notions, trop élevées et trop abstraites pour son intellect, de sanctions morales plus pures. De là, dans ce cerveau dévoyé, une rupture d'équilibre, le manque de contre-poids, qui souvent relèguent les Noirs trop hâtivement civilisés à un niveau moral inférieur au sauvage de l'Afrique centrale. Nos élèves ajoutent nos vices aux leurs ; ils corrompent et détournent de leur sens nos meilleurs principes, nos plus saines règles de conduite. Les exemples sont de chaque jour. La littérature coloniale en rapporte des cas typiques. Les missionnaires catholiques et protestants confessent la vérité du fait.

Qu'on ne croie pas que, en surenchérissant encore dans cette voie, on atteigne un résultat meilleur. N'a-t-on pas vu un des notables indigènes de notre Congo, envoyé dans un lycée de Paris aux frais de la colonie, pourvu de l'enseignement moderne complet, placé ensuite dans son pays comme employé d'une des grandes administrations du chef-lieu, enfin chassé de cette administration, où il avait utilisé ses talents à des abus de confiance et des faux en écritures ? Et cet autre, après des études de latin dans une mission de la côte, revêtu de la soutane, en expectative d'ordination mineure, par conséquent considéré comme un sujet d'élite, puis chassé de la mission, admis comme écrivain dans l'administration de la colonie, et enfin condamné à la prison pour vol nocturne dans les magasins du service local. On me dira que ces cas se présentent aussi chez nous. Mais, chez nous, c'est l'exception infime ; là-bas, c'est le plus grand nombre, et les exemples portent précisément sur les plus instruits, sur ceux qui devraient constituer l'élite de la population. L'enseignement de la classe et des livres, l'instruction mal digérée n'ont jamais changé le moral d'un peuple. Qui ne sait (des religieuses mêmes m'en ont fait l'aveu) que les filles élevées dans les missions sont beaucoup plus dévergondées que les autres ? Les principes enseignés, non moins que la méthode d'enseignement, sont parfaitement innocents de ce résultat inattendu. La cause en est à la rencontre dans ces âmes, dissemblables des nôtres, de deux principes incompatibles : d'une part, masse de concepts simplistes, hérités et façonnés dans un milieu primitif et barbare ; d'autre part, invasion d'idées complexes, issue d'une société vieillie et raffinée. Tels ces médicaments qui, séparés, sont inoffensifs et qui, combinés, forment un poison dangereux.

§ 3. — Nature des conceptions.

Bien des gens novices en matière de psychologie exotique ont cru séduire les nègres par l'étalage des produits de notre industrie, et se sont trouvés tout déçus de n'avoir rencontré que froideur ou puérile curiosité. Ils avaient bien vite fait de taxer de stupidité leurs sujets d'expérience. En réalité, l'esprit humain perçoit et apprécie seulement ce qui est dans un rapport très voisin de l'unité avec la masse des concepts antérieurement acquis. Cela (par parenthèse et pour établir une relation avec un point précédemment admis), cela explique pourquoi les acquisitions et les changements sont d'une extrême lenteur, puisque tout contact avec un objet nouveau n'ajoute au bagage déjà possédé qu'une fraction pour ainsi dire infiniment petite de sa propre valeur. Il est vrai aussi, d'après cela, comme je l'ai marqué précédemment, que le progrès se réalise avec une intensité d'autant plus grande que l'acquis antérieur est plus considérable. Or, notre indigène, avec sa mince pacotille d'idées primitives, n'est frappé que par le côté tangible des choses, dont l'essence lui échappe. Il est subjugué par la force ; il jouit de la commodité d'un objet nouveau. La détonation d'une arme à feu lui

[1] Ces Annamites sont des déportés pour crimes de droit commun.

inspire la crainte; la pénétration du projectile lui fait concevoir une puissance redoutable. La machine à vapeur lui paraît vraiment offrir une supériorité évidente sur les moyens de travail habituels. Mais l'ingéniosité qu'a exigée la création de ces agents lui échappe complètement, ou bien il adopte des explications en harmonie avec son milieu et ses besoins journaliers. Ainsi, pour quelques peuplades de l'intérieur, la chaudière des bateaux à vapeur est la marmite où mijote la cuisine des Européens; et ces braves gens n'ont pas d'expressions assez admiratives pour qualifier notre appétit digne d'envie, dont la satisfaction exige que plusieurs hommes soient sans cesse occupés à jeter du bois dans le foyer. Dès que l'utilité immédiate, positive, matérielle n'étale plus sa grossière évidence à l'esprit simpliste du Noir, il renonce à comprendre : « Ça, c'est affaire pour blanc. » Plus sage que beaucoup d'entre nous peut-être, il admet par réciproque que nous méconnaissons certaines particularités de ses mœurs et de ses croyances. Il y a là une source de malentendus dont les conséquences sont souvent fâcheuses dans la pratique. L'indigène, avec son esprit borné, est impuissant à dissiper l'erreur. Mais il manifeste toujours une grande joie à se sentir compris.

§ 4. — Mysticisme et superstitions.

Cette forme subjective se retrouve dans toutes les explications des phénomènes naturels. Jamais, sans doute, ces questions ne se sont posées : Où coulent les eaux des fleuves? Qu'est le vent, force puissante, quoique invisible? Que sont le ciel, le Soleil, la Lune? Tout cela est-il venu spontanément? Quelques-uns, comme les Zandés ou Nyam-Nyams, paraissent ne concevoir aucune espèce de divinité. Les autres imaginent une sorte d'être surhumain, quoique anthropomorphique, mais vague, sans attributions bien définies. Je ne crois pas que cette diffuse Providence intervienne d'une façon permanente et efficace dans les événements de ce monde. Où réside-t-il? Est-il bon? Est-il mauvais? Est-il juge de nos actions avec le droit de récompenser et de punir? Il vit quelque part d'une vie tranquille et douce, telle que peut la rêver le nègre, avec la satisfaction de tous les besoins, sans maladie et sans mort. Un jour, j'entendis parler de la femme de Dieu. « Comment, dis-je, Dieu est marié? » — Tout le monde se récria : « Eh! voudrais-tu donc qu'il n'eût point de femme! » — J'étais vraiment bien naïf et j'aurais dû m'en douter. Le nègre conçoit-il l'homme sans la femme? Ce Dieu ne le préoccupe pas beaucoup. Il semble seulement que ce soit comme le principe du bien.

Je n'oserais pas dire que beaucoup de ces idées pseudo-religieuses n'ont pas été traversées d'éléments étrangers. On sait, en effet, que, dès le XVIIe siècle, des missionnnaires jésuites avaient pénétré sur le moyen Congo. M. de Brazza trouva, dans ses premières explorations, chez le Mokoko de Mbè, une clochette d'autel portant une date très ancienne. Une fois, dans une conversation qui roulait sur des croyances et coutumes du pays, quelqu'un me demanda d'un ton insidieux : « Voici le bon et le mauvais chemin : lequel prendras-tu? » Surpris d'abord, je flairai le piège et je répondis : « Le mauvais ». Réponse qui remplit d'aise l'auditoire. Cette question sent trop la morale chrétienne pour qu'on n'y puisse peut-être voir une empreinte de l'enseignement d'anciennes missions.

Il faut admettre, chez nos Africains, la croyance à une vie future, puisque leur imagination peuple la nuit de revenants qui errent dans les ténèbres et surprennent les humains non encore désincarnés pour leur faire des niches macabres. Ces ressuscités sont des êtres malintentionnés, des génies néfastes dont on a grand peur. Dans beaucoup de pays, les hommes hésitent à circuler la nuit à l'écart du commerce de leurs semblables. On se raconte à mi-voix, les têtes penchées autour du foyer, les mésaventures de gens qui ont été battus et mis à mal par ces mystérieux loups-garous ; d'autres se sont sentis tirés par les pieds pendant leur sommeil. Et plus d'un scrute les ténèbres et croit réellement y voir flotter les formes indécises et falotes des fantômes.

Fig. 7. — *Fétiche batéké.*

Mais notre pauvre humanité est en butte à bien des ennemis. Ne sait-on pas aussi que tel et telle, parmi les gens du village, sont des jeteurs de sorts, des vampires qui courent la nuit et, par leurs maléfices, ont causé le mal de tête de l'un, la colique de l'autre. Il y a beaucoup d'espèces d'incantations pour conjurer leur influence. Un Mobanghi prévoyant ne manque jamais, au moment de sortir de sa case, le matin, de prendre au bout de son doigt de la cendre ou diverses poudres colorées et de s'en tracer solennellement de longues lignes sur les bras, la face, la poitrine, en accompagnant cette cérémonie de certaines simagrées rituelles. Les pratiques destinées à conjurer le mauvais œil et les maléfices varient considérablement avec les tribus et, d'ailleurs, n'offrent pas grand intérêt dans leurs

détails; elles consistent principalement en fétiches (fig. 7) et en amulettes. Ce qu'il faut surtout retenir de tout cela, c'est que les calamités de l'existence sont dues, non à des causes naturelles, mais à la malveillance d'êtres humains vivants ou morts.

Une maladie qui a résisté au traitement du « *nganga*[1] des médicaments » ou qui a entraîné la mort, est causée par les maléfices d'un jeteur de sorts. Un autre *nganga* est chargé de découvrir le coupable. C'est un malin, d'avance au courant de l'affaire, habile à exploiter la crédulité de la foule et sachant fort bien subordonner les arrêts de sa magie à la générosité des prévenus. L'individu soupçonné est invité à boire une drogue ou « poison d'épreuve », dont l'innocuité ou la toxicité, convenablement dosées par le *nganga*, selon les besoins de la cause, décident de l'innocence ou de la culpabilité. Dans ce dernier cas, le misérable est mis en pièces sur place par la population. On croirait une scène du Moyen-Age.

§ 5. — Étendue du vocabulaire.

Ces conceptions mystiques résument à peu près tout ce qu'il y a de purement spéculatif dans l'esprit du Noir. En dehors de cela, le cercle des idées est très restreint et presque entièrement limité au monde concret. On en peut évaluer l'étendue en supputant le nombre de mots contenus dans les vocabulaires des langues de la côte[2]. On notera que ce sont les idiomes les plus riches en comparaison des langues de l'intérieur. Il faut prendre garde seulement que les considérations de Linguistique pure ont été la moindre préoccupation des auteurs de ces ouvrages, qui manquent trop souvent d'esprit scientifique. Dans un but de vulgarisation, on a surtout cherché à interpréter nos idées dans ces langues; le contraire eût été mieux adapté à une étude rationnelle. Il est résulté de là qu'on a prêté aux idiomes africains beaucoup de mots, de termes, d'expressions, traductions souvent maladroites d'idées qui leur sont complètement étrangères.

Les vocabulaires les plus complets comprennent environ 5.000 mots, qu'il ne faut pas prendre comme représentant un nombre égal d'idées distinctes. En effet, autour d'une même idée centrale évolue, par des moyens grammaticaux, toute une pléiade de dérivés, qui ne présentent avec le terme primitif que la différence d'un verbe à un substantif, à un adjectif, à un adverbe. De cette manière, on se trouve amené à réduire à 2.500 ou 3.000 idées au maximum le bagage intellectuel des nègres les plus avancés de l'Afrique équatoriale. Pour les langues de l'intérieur, il faudrait considérablement diminuer ce nombre.

§ 6. — Abstraction et généralisation.

L'immense majorité de ces mots expriment des idées concrètes : objets, actes, mouvements, sensations. Ici, point de difficulté : chaque perception a son équivalent sous forme d'un vocable distinct. Lorsqu'une idée est suggérée par une impression extérieure, la nécessité de l'exprimer au moyen d'un son spécial ne se fait sentir que si notre indigène éprouve un intérêt personnel à en faire part à son semblable. Dans le degré très infime de culture où il se trouve, cet intérêt ne sort guère des limites des préoccupations matérielles. La pensée commence à s'élever et à exiger la création de mots nouveaux lorsque les conditions sociales et une industrie plus développée ont diminué les exigences de ces préoccupations matérielles; la curiosité s'éveille alors à des sujets plus spéculatifs. C'est à peine si le Noir a franchi cette limite et s'il tente des ébauches de généralisation et d'abstraction. Il sait, à la vérité, distinguer les êtres animés dans leurs règnes, leurs familles ou leurs genres de chaque espèce isolée : c'est une opération élémentaire que l'animal lui-même sait faire. Faut-il voir là vraiment un travail de généralisation? Ou n'est-ce pas simplement l'établissement de catégories à un point de vue purement subjectif, attendu, par exemple, que tout arbre, quelle que soit son espèce, offre des avantages ou des inconvénients analogues, tels que la construction des cases, l'entretien du feu, l'obstacle à la marche ou aux cultures; attendu aussi, comme autre exemple, que tout animal est pour l'homme un chasseur ou une proie? Ainsi l'esprit humain, considérant la Nature par rapport à l'homme lui-même, ne distingue d'abord ce qui l'entoure qu'en tant qu'objets utiles ou nuisibles. Par la suite, il aperçoit des différences et des degrés dans ces catégories; il voit que ces êtres, qu'il avait d'abord considérés comme simples, sont complexes, en ce sens qu'ils

[1] Le mot *nganga* est, sauf quelques très légères modifications (*ngang*, *mganga*), commun à toutes les langues bantou, d'un côté à l'autre de l'Afrique. Il désigne l'homme habile, le savant. C'est presque toujours un charlatan, un mystificateur, qui retire bons profits et considération de sa prétendue science. Dans quelques pays, ils forment une sorte de congrégation ou société secrète, à laquelle l'initiation des adeptes se fait à l'écart, selon certains rites déterminés. Le métier de *nganga* comprend des spécialités : on est *nganga* des médicaments, du poison d'épreuve, pour l'orage, etc.

[2] Je me suis servi pour cette évaluation des ouvrages : — du P. Le Berre sur la langue mpongwé; — du P. Lejeune sur le Fang ou Pahouin; — de Mgr Carrie sur la langue du Loango; — du Rév. Bentley (*Dictionary and Grammar of the Kongo language*); — du Dr A. Sims (*Kiteke vocabulary*); — du Dr G. Schweinfurth (*Linguistische Ergebnisse einer Reise nach Central-Afrika*. Extrait de *Zeitschrift für Ethnologie*, 1872), — auxquels j'ai joint quelques recueils personnels sur les langues précédentes, plus le Mobanghi, le Mbwandjiri (Banziri), le Yakoma et le Zandé.

lui procurent des sensations de diverses sortes. Quelques similitudes de termes tendraient à confirmer cette manière de voir, comme figurant un reflet pâli de l'âge extrêmement lointain où l'esprit de nos indigènes était encore dans cet état en quelque sorte fœtal. Ainsi, dans beaucoup de langues, un même mot représente « arbre », « bâton », « perche », « poteau », etc. ; un même mot désigne « animal » et « viande ». En revanche, et pour la même raison de subjectivité, on distingue souvent l'homme pris dans sa généralité, les gens, la foule, *mensch* ou *weib*, de l'individu en particulier, comme être noble ou comme sexe, *mann* ou *frau*. Autre détail tendant à confirmer l'origine utilitaire des mots, dans leur génération psychologique : c'est l'attribution d'appellations différentes à la chaleur d'un foyer ou d'un corps à haute température et à celle du Soleil, à la lumière du Soleil et à celle de la Lune.

Mais une particularité qui nous paraît une singulière anomalie est l'insuffisance des mots pour caractériser les couleurs. Presque tous les idiomes ne possèdent que les mots *blanc*, *noir* et *rouge*. Bien plus, on dirait quelquefois que l'indigène ne voit pas les couleurs comme nous. Car si, au lieu de lui demander la couleur d'un objet, on le prie de la rapprocher de celle d'un autre objet, il le fait conformément à la même nomenclature ; il assimile un feuillage vert sombre, une étoffe de guinée à un vêtement de drap noir ; une fleur jaune clair à un vêtement blanc. Ce n'est sûrement pas là une particularité physiologique ; par une interrogation habile, on arrive à se persuader que, même pour lui, il n'y a pas identité dans ce rapprochement, mais que, pareil à ces gens qui, dans un son musical, confondent le timbre d'un son avec sa hauteur, il range toutes les couleurs, sauf le rouge, en deux catégories, les claires et les sombres. Or, dans la Nature tropicale, l'ardent soleil engendre les contrastes violents de lumière éblouissante et d'ombre crue ; le vert, répandu à profusion, et qui pour cela même sollicite peu l'attention, participe de ces nuances extrêmes. Le jaune et surtout le bleu sont rares. Les fleurs blanches et les rouges abondent, au contraire.

Dans le même ordre d'idées encore, le nègre éprouve une grande difficulté à séparer de son impression personnelle certaines propriétés de la matière, telles que dureté, poids, résistance, etc. Beaucoup d'indigènes, surtout dans l'intérieur, les confondent avec l'effort qu'il leur faut déployer pour les surmonter. Ils disent que cet objet est « fort », et ils le disent parfois même quand leur langue (tribus voisines de la côte) leur fournit le moyen de s'exprimer d'une manière plus précise. Au reste, jamais sans doute ces propriétés, même correctement exprimées, ne sont séparées de l'objet où elles se manifestent, ou plutôt du sujet qui les perçoit ; jamais personne n'a eu l'idée de considérer la pesanteur en soi, ou la couleur, ou l'élasticité. Il faudrait un degré de culture et d'abstraction où nous savons que n'est point encore parvenu notre primitif Africain, encore enlisé en pleine sauvagerie.

A plus forte raison, l'espace et le temps, ces deux abstractions inaccessibles, sont-ils subis sans être presque sentis ni perçus. Il n'existe pas d'unités précises pour les mesurer. Les marchandises s'évaluent grossièrement, quelquefois malhonnêtement, à la brasse ; les distances itinéraires se représentent par le nombre de jours nécessaire à les parcourir. De la sorte, on se trompe facilement du simple au triple : c'est un médiocre inconvénient, vu le peu de profit qu'on retirerait d'une plus grande précision. On compte le temps en jours et en lunaisons. On indique l'heure en montrant le point du ciel où se trouvera le Soleil à ce moment-là [1]. Mais les Noirs ne peuvent compter ainsi au delà de quelques unités. Plus loin, le nombre leur paraît tout de suite trop grand et ils renoncent à compter. Le terme de « journée » ne leur paraît même pas très clair, faute, sans doute, de savoir à quel moment faire commencer la durée du jour. Pour indiquer une époque future, on spécifie généralement le nombre de nuits qui sépare de l'époque considérée : « Tu coucheras [2] trois nuits ; puis tu viendras me voir ».

Pourtant la notion des nombres et leur expression ont atteint un certain degré de perfection. Les peuplades les plus avancées, particulièrement les plus adonnées au négoce, savent compter jusqu'à 1.000 et même 10.000. Dans presque toutes les langues, les noms de nombre sont trop longs ; pour cette raison, leur emploi est assez laborieux et incommode. La numération décimale est usitée partout. Je ne connais qu'une seule tribu, non bantou, les Zandés ou Nyam-nyams, où la première décade de la suite des nombres, partagée en deux séries symétriques, garde la trace de l'usage primitif de compter à l'aide des doigts des deux mains. Ils disent en effet :

1	2	3	4	5
sa	wé	gbyata	gbyama	biswé
6	7	8	9	10
boti-sa	boti-wé	boti-gbyata	boti-gbyama	ba-wé

[1] Au voisinage de l'équateur, il est facile d'apprecier l'heure en toute saison par la hauteur du Soleil sans erreur sensible, parce que cet astre, malgré son mouvement en déclinaison, s'y écarte relativement peu du premier vertical et n'éprouve pas de grandes différences de hauteur à sa culmination, dans les limites, bien entendu, des besoins journaliers.

[2] Mot presque toujours pris pour « dormir ».

Le Noir marque très peu d'aptitude au calcul. Vous achetez 15 pains de manioc à 5 barrettes chaque. Le marchand est incapable de concevoir, même après réflexion, qu'il lui revient 75 barrettes du tout. Pour le convaincre qu'il a son compte, il vous faudra ranger en ligne les 15 pains de manioc et mettre en regard de chacun les 5 barrettes qui sont le prix de l'unité. On ignore également l'usage des bâtons cochés, des bouliers et même des cailloux pour représenter les nombres et effectuer les calculs. Dans les écoles, les enfants apprennent avec beaucoup de peine les opérations arithmétiques les plus simples. L'addition ne va guère au-delà de trois chiffres. La soustraction est plus pénible encore. La multiplication et la division sont à peu près ignorées. L'usage du boulier ou des cailloux simplifierait peut-être cette branche de l'enseignement.

§ 7. — **Comparaison, jugement, logique.**

Je n'ai pas l'intention de donner une idée, même très sommaire, des lois du langage chez les peuples de l'Afrique équatoriale, ni de la manière dont les noms se transforment et se juxtaposent dans le discours, d'après des règles assez simples pour les langues de l'intérieur, souvent très compliquées pour celles de la côte. Il me suffira de rappeler : — la formation du pluriel des substantifs par l'addition ou la modification du préfixe; — l'absence de genre grammatical; — l'adoption uniforme, pour établir la relation des divers éléments de la phrase, d'un petit mot, le *relatif*, lequel : tantôt, à l'état libre, marque la possession d'un substantif par un autre ou tient lieu du pronom conjonctif *qui, que;* tantôt, à l'état de combinaison, entre dans la formation des adjectifs et pronoms possessifs et démonstratifs, ainsi que d'une sorte de redoublement du pronom personnel; — l'accord par consonnance entre le substantif et tous les mots qui s'y rapportent ; — la permutation de certaines lettres suivant des règles phonétiques fixes.

Toutefois, je crois devoir insister sur une particularité qui intéresse directement la psychologie de nos Africains : c'est l'absence de degré de comparaison dans les adjectifs, ou du moins l'imperfection des moyens pour exprimer les caractères de supériorité et d'infériorité. Pour dire que « Pierre est plus fort que Paul », on est contraint de prendre une des formes suivantes : — « Pierre et Paul, Pierre est fort »; ou bien : — « Pierre est fort; Paul n'est pas fort ». — Quelquefois aussi, à la côte, on dit : — « Force, Pierre surpasse Paul ». Il paraît rationnel de penser que, si les ressources du langage sont si restreintes en matière de comparaison, c'est que l'esprit qui a créé ces formes rudimentaires est lui-même mal plié à cette sorte d'opération et se contente d'approximations grossières dans les rapports des choses entre elles. L'inhabileté dans la comparaison entraîne le manque de jugement et de saine appréciation. Conséquemment la droite raison fait défaut à ces têtes mobiles, étourdies, versatiles, toutes à l'impression du moment et que préoccupent seules les nécessités immédiates de l'existence.

Le caractère commun à toutes nos langues nègres est l'insuffisance de précision. La cause en est dans les acceptions variées et parfois très-dissemblables d'un même vocable, dans les liens trop lâches de la syntaxe, enfin et surtout dans la confusion et la demi-obscurité intellectuelles qui règnent à la fois chez les deux interlocuteurs. Aussi ces gens-là n'ont jamais l'air de se comprendre. Ce sont d'interminables malentendus, de perpétuels quiproquos. L'étourderie de ces cervelles légères achève de tout embrouiller.

Le génie des langues varie suivant les peuples : enfantin ici, traînard autre part, ou enjoué, ou sauvage. Là se retrouve encore l'influence de la forêt ou des grands espaces. Enfin, l'étude comparative des idiomes de l'Afrique tropicale révèle une progression ascendante de la culture intellectuelle de l'intérieur vers la côte : les relations des éléments de la phrase entre eux deviennent plus serrées et plus empreintes de logique; le discours acquiert un peu plus de précision et de clarté; il s'y révèle un réel souci de l'élégance et de l'euphonie. Ce sont comme les premières lueurs d'une civilisation à l'état naissant. En effet, la complication et la subtilité des règles, l'art du langage pour le langage, résument la science par excellence des premières civilisations. Plus tard, lorsque l'esprit a acquis de la maturité, lorsqu'est né le culte du fait et de l'idée, le langage n'est plus considéré comme un but, mais comme un moyen, dont la qualité principale doit être la simplicité. Nos tribus nègres ont à peine effleuré le premier stade.

VI. — Esthétique.

Il y a très peu de choses à dire du sentiment esthétique chez les races noires de l'Afrique tropicale. L'examen des diverses manifestations du beau sera très vite fait. Car notre indigène manque précisément, comme nous l'avons vu, des deux fondements principaux de l'art, l'imagination et l'idéal, que lui refuse encore sa nature insuffisamment dégagée des soucis grossiers de la vie sauvage. Les quelques essais artistiques qu'il a tentés n'ont encore d'autre but que le plaisir et souvent le plaisir sensuel.

Pas de littérature écrite, puisque l'écriture est inconnue. Les lettrés de la côte n'ont même pas

eu l'initiative d'appliquer nos caractères à des productions rédigées dans leur langue. Notre orthographe est un outil dont ils se servent assez mal pour la transcription de leurs mots, comme le prouve le passage presque incompréhensible de langue mpongwé, intercalé dans la lettre citée plus haut. Pas davantage de littérature parlée; pas de traditions qui se transmettent de bouche en bouche à travers les générations; pas de contes, pas de récits. Les longs discours des Pahouins dans la case des palabres ne peuvent même pas être pris pour des morceaux de littérature, malgré la forme oratoire vraiment curieuse et intéressante qu'ils savent leur donner.

Fig. 8. — *Pointe d'ivoire sculptée du Loango.*

Le dessin est à peu près ignoré. Nulle part je n'ai vu d'essai de reproduction au trait d'hommes, d'animaux ou d'objets. Toutefois, j'ai observé chez les Zandés quelques informes silhouettes, dont le goût pourrait fort bien provenir de l'occupation turque. La peinture est limitée à des barbouillages blancs, noirs, rouges sur des instruments de musique, des poteaux de cases, des tabourets et des lits; encore les échantillons en sont-ils rares. Les motifs d'ornementation affectent presque exclusivement des formes géométriques, carrés et triangles; peu ou pas de courbes.

La sculpture est moins délaissée. Elle est exécutée sur bois, cuivre, fer, ivoire, dont on fait des fétiches (fig. 7), des sièges, des manches de couteaux, des bracelets, des colliers, des épingles de chevelure, etc. Les Loangos savent orner des pointes d'éléphants, où ils cisellent des scènes variées de la vie indigène, sur une ligne spirale (fig. 8); cet art est vraisemblablement d'importation étrangère.

L'architecture n'a pas dépassé le but utilitaire, qui est de mettre l'homme des tropiques à l'abri des pluies et de la fraîcheur de la nuit. Les habitations sont de simples huttes où l'on entre courbé. La vie se passe tellement au dehors, l'existence au plein air des pays chauds est si agréable que le domicile est transitoire et n'exige pas grand luxe. Nulle part il n'existe de monuments construits en matériaux assez résistants pour constituer un souvenir durable.

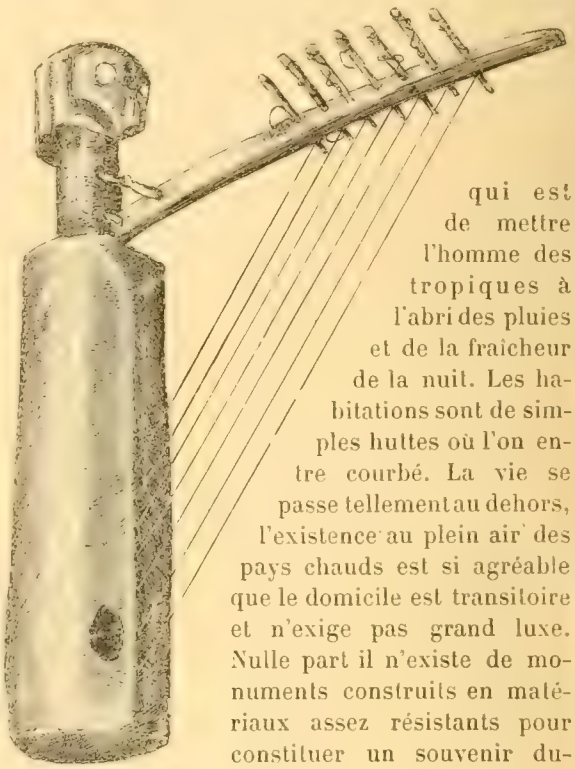


Fig. 9. — *Instrument à cordes pahouin.*

C'est en musique que le nègre montre le plus de dispositions. Dans sa réalisation rudimentaire et barbare, il satisfait le sentiment inné du rythme, l'amour du bruit, l'excitation sensuelle, l'ivresse du mouvement cadencé et indéfiniment répété.

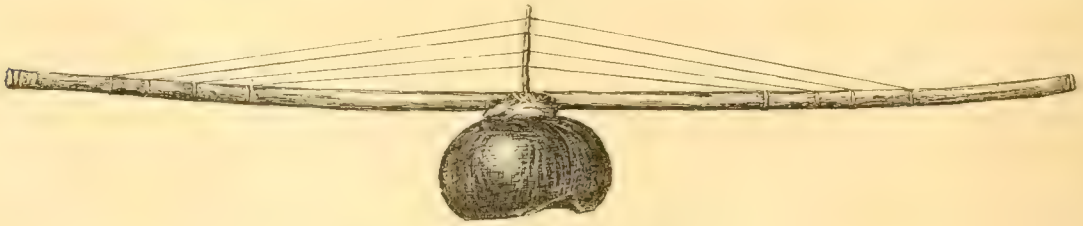


Fig. 10. — *Instrument à cordes pahouin.*

L'art musical se réduit à bien peu de chose. Le mélomane, aux moments de farniente et de rêverie, tambourine des heures durant sur une peau tendue ou sur une simple caisse d'emballage. Des gens tombent dans l'extase et la mélancolie en grattant sans relâche avec deux éclats de bois

Fig. 11. — *Flûte nzakara.*

sur une sorte de coche de boulanger appuyée d'un bout sur la poitrine et de l'autre sur une caisse vide. Moins primitifs sont les instruments à cordes pincées, de formes très-variées (fig. 9 et 10) et qui sont accordés sur une gamme arbitraire, au gré de l'artiste. On trouve des flûtes de roseau chez les Nzakaras (fig. 11), des trompes d'ivoire et de corne un peu partout.

Tous ces instruments, à part les tambours, se jouent en solo ou très rarement en duo. Presque jamais ils n'accompagnent la voix ; jamais ils ne règlent la danse. Le rôle des instruments à cordes et des flûtes se borne à l'exécution d'un petit motif de cinq ou six notes indéfiniment répété. L'artiste n'en sait qu'un à la fois et c'est en tâtonnant qu'il en trouve un autre aussi simple que le premier.

Les chants sont très souvent agréables à entendre, à la première reprise. Mais ils ne se composent que d'une phrase généralement très courte (fig. 12 à 16) dont l'incessante répétition provoque très vite chez nous la fatigue et l'exaspération. Le même motif se répète sans discontinuité, avec accompagnement de tambour et de claquements de mains, cent ou deux cents fois pendant une ou deux heures consécutives. Puis on passe à un autre morceau. Les paroles sont insignifiantes et tout à fait dénuées de poésie[1] ; elles sont entremêlées d'une quantité de ritournelles semblables à nos *turlututu*, et à nos *mironton mirontaine*. L'intonation se rapproche assez de la nôtre. Mais la notation musicale, si scrupuleuse qu'elle soit, ne la représente pas exactement. Lorsque nous nous essayons à chanter les airs, tout en les reproduisant d'une façon très reconnaissable et méritant l'approbation des indigènes eux-mêmes, nous ne pouvons éviter une légère adaptation à notre méthode de chant et à nos tonalités. Nos voix de poitrine, surtout le baryton et la basse, provoquent l'hilarité et les moqueries. Le nègre, qui chante seul, affectionne la voix de tête suraiguë. Dans les chœurs, il redescend à un ton plus normal. Les Loangos, si prisés, partout où ils vont, pour leurs chants et leurs danses, nous sont insupportables par leur ton traînant et nasillard et par leurs poses efféminées.

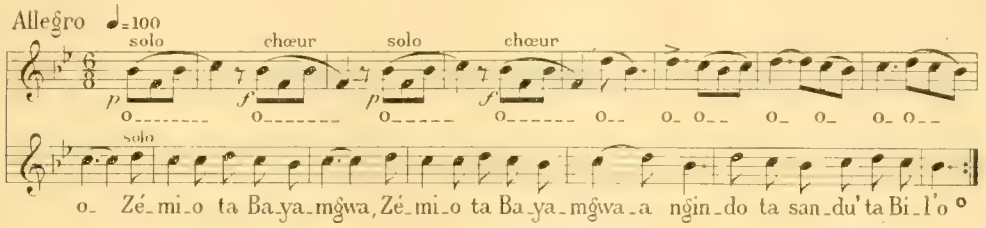


Fig. 12. — *Air de danse Zandé ou Nyam-Nyam.*

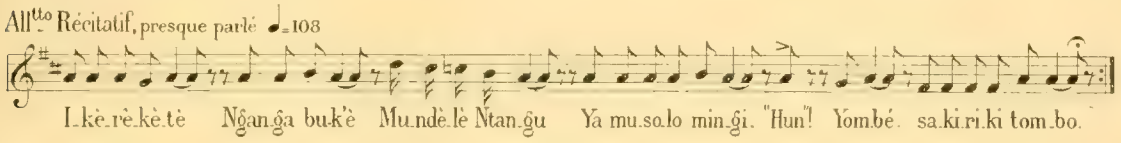


Fig. 13. — *Chanson de pagayeurs Bangala.*

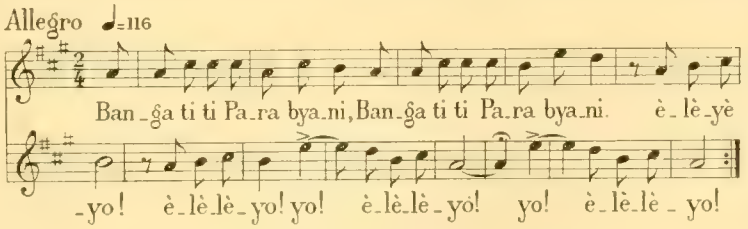


Fig. 14. — *Chanson de pagayeurs Banziri.*

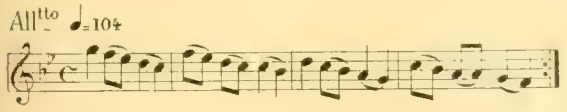


Fig. 15. — *Air Balulu.*

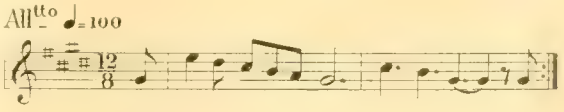


Fig. 16. — *Air de danse Mpongwe.*

[1] Les chansons, que je donne ci-joint en exemple, signifient ce qui suit, moins les ritournelles : — *Air Zandé* : « Zémio dit à Bayamgwa de donner des caisses à porter aux Buris ». — *Air banziri* : « Le rivage des Français est bon ». — *Air bangala* : « Le docteur et l'européen-soleil (surnom d'un commerçant hollandais) ont beaucoup de marchandises ». — J'en connais d'autres qui ont pour traduction : « On se moque du

VII. — Conclusion.

Arrivé au terme de cette étude, trop longue sans doute pour le lecteur, trop courte pour l'ampleur du sujet, on serait en droit de n'y voir qu'un vain exercice de spéculation psychologique, si l'on n'en pouvait espérer quelque enseignement pratique. Il y a d'abord ceci que je puis avoir mal observé et mal rendu. J'aurai au moins l'excuse de l'impartialité. Je n'ai tenté un plaidoyer ni pour ni contre le nègre. J'ai essayé de le laisser scrupuleusement dans son milieu, tel que peuvent le voir les yeux d'un Européen, en garde contre tout parti pris et examinant un point d'histoire naturelle sur une variété du genre *Homo*.

Nous nous donnons vis-à-vis de la race noire un brevet de supériorité. Il serait intéressant tout d'abord d'examiner ce qui constitue essentiellement la supériorité de nos races civilisées sur ces races primitives. Ces dénominations de civilisés et de primitifs constatent seulement un état actuel. Nous ne reconstituons les primitifs d'autrefois que par l'effort d'une induction peut-être trompeuse. Nous aussi nous avons été primitifs avant de devenir civilisés. Au cours de ce travail, on a pu reconnaître que plus d'un trait intellectuel ou moral n'est pas spécial aux Noirs d'Afrique et que bon nombre de civilisés pourraient aussi bien le revendiquer pour eux-mêmes. Il semble qu'il n'existe pas de caractéristique unique des différences psychologiques entre les deux races. Tout ce qu'il y a chez nous d'essentiel se retrouve en puissance au moins chez le nègre, mais dans des proportions et avec des arrangements différents. J'ai déjà précisé ce point, sur lequel on ne saurait trop insister : c'est que l'âme nègre est une dans toute la race, tandis que l'âme blanche est essentiellement diverse. Un Noir diffère très peu psychologiquement d'un autre Noir; l'ensemble est modéré dans la vertu comme dans le vice. Le civilisé embrasse toute la gamme, du sublime à l'abjection. Il y a chez nous des gens beaucoup plus bêtes et vicieux qu'aucun indigène africain. Le sauvage est amoral avec la candeur de la primitive nature; le civilisé a inventé la corruption, la débauche et le crime. Mais le civilisé entrevoit dans les domaines intellectuel et moral un idéal escarpé, que le sauvage ne soupçonne même pas. C'est du civilisé seul que Pascal a pu dire qu'il est à la fois « la gloire et le rebut de l'Univers ». Une comparaison tirée de la Mécanique marquerait cette différence de façon plus intuitive. L'évolution de l'humanité tout entière semble se faire suivant des directions parallèles à une trajectoire unique. Toutes les parties composantes du groupe nègre se meuvent en une masse compacte, sans déplacement relatif appréciable à l'intérieur de l'ensemble. Dans le groupe civilisé, au contraire, existent des forces internes qui impriment aux divers éléments des mouvements extrêmement divergents; mais le centre de gravité du système n'est pas pour cela dérangé de sa course. C'est dans ce sens aussi qu'un philosophe contemporain, le Dr G. Lebon, a pu dire que les races ne se doivent point comparer d'après les moyennes, sensiblement uniformes pour toutes, mais par le pourcentage, caractéristique des différences extrêmes. Au fait, la comparaison précédente n'est peut-être pas seulement une figure. Elle deviendra une réalité, si l'on parvient à rattacher un jour à la notion générale de force l'ensemble des phénomènes psychologiques.

La question de notre supériorité peut se poser de plusieurs autres manières, à savoir : — si nos races européennes ont passé jadis par le même état psychologique où nous voyons actuellement les races nègres; — ou encore pourquoi ces races nègres sont restées si fort en arrière de nous; — enfin, si elles sont susceptibles de nous rattraper un jour.

Théoriquement, au point de vue de la doctrine évolutionniste, il faut admettre que tout être vivant tend d'une façon permanente à mettre son hérédité psychologique en équilibre avec les modifications de sa structure organique et avec les conditions du milieu. Anatomiquement parlant, sauf quelques particularités ne paraissant pas jouer un rôle effectif dans la question, le nègre ne diffère pas sensiblement de nous. Il est seulement plus près de la Nature, et ses fonctions n'ont point encore été, comme les nôtres, altérées par le surmenage et l'encombrement humain. Ainsi, actuellement, sa complexion psychologique résulte de trois causes : l'hérédité, les conditions naturelles ambiantes, les conditions sociales. De telle sorte qu'il correspond à peu près identiquement au milieu où il vit et au milieu qu'il s'est lui-même créé et qui ne diffère encore qu'extrêmement peu de la Nature.

Nous avons vu précédemment que la forme et la vitesse de l'évolution tiennent pour la plus grande, peut-être pour l'unique part, aux nécessités, aux exigences, aux stimulations du milieu naturel et social. Le Noir vit dans la mollesse d'une vie sans grands besoins. Le civilisé est sans cesse cinglé par les coups de fouet des saisons rigoureuses et de la lutte pour l'existence sur une terre encombrée d'hommes.

---

nez de Kokonembo ». — « Le commandant n'est pas généreux », etc.

Pour la transcription de ces chansons, j'ai dû employer une orthographe conventionnelle, où *g* est toujours dur, *s* toujours sifflant, *u* = *ou* français. J'ai seulement transcrit en français le cri : « Hun ! » du chant Bangala, qui eût exigé un caractère typographique spécial.

Dans l'avenir, puisque la Nature tropicale est immuable, ce n'est pas de ce côté que pourra venir l'impulsion modificatrice de l'âme nègre. Elle viendra, elle vient déjà des changements dans le milieu social et particulièrement des conditions nouvelles créées par l'occupation européenne.

Mais, tandis que chez nous l'évolution relève de deux causes, l'une naturelle provenant du milieu ambiant, l'autre sociale, réflexion en quelque sorte sur nous-mêmes de notre propre développement, n'est-il pas à craindre que, par la suite, l'évolution de la race nègre, unilatérale en quelque sorte et provoquée par un agent étranger, mal adaptée à l'hérédité et aux conditions du milieu, n'amène des conséquences inattendues, suite de la violation des lois naturelles, peut-être le détraquement cérébral, peut-être la mort de ces races? De Quatrefages avait déjà fait remarquer l'influence, pour ainsi dire délétère, exercée par la juxtaposition de l'élément européen sur les éléments exotiques.

Cette question devrait préoccuper non seulement les hommes guidés par un sentiment d'humanité, mais aussi les hommes soucieux de l'avenir de nos possessions d'outre-mer. La disparition des nègres dans ces pays, où notre énergie échoue devant un climat débilitant, amènerait fatalement la ruine de nos comptoirs et rendrait stériles tous les efforts passés. La collaboration des indigènes nous est indispensable. Donc, il faut veiller avec un soin jaloux à leur conservation, dans leur intérêt et surtout dans le nôtre : car, après tout, charité bien ordonnée commence par soi-même.

Deux méthodes sont en présence : la méthode rapide et la méthode lente. Tout dépend du but cherché.

Veut-on un résultat immédiat, rapide, brillant, mais sans durée? Les procédés de violence y parviendront. Et, par procédés de violence, j'entends non seulement la violence matérielle et brutale, mais la coercition sous toutes ses formes physiques et morales, l'éducation trop rapide, qui fait franchir à un cerveau médiocrement organisé soixante ou quatre-vingts siècles d'un seul bond, sans transition. Notre indigène se cabre contre la violence; son esprit, façonné par une longue hérédité, reste rebelle à un enseignement trop disparate. C'est comme si l'on avait voulu déplacer un gros rocher au moyen d'un explosif. La soudaineté de l'agent contre l'inertie de la masse n'aura d'autre effet que de briser celle-ci.

Mieux vaut appliquer un cric au bloc de pierre. Mieux vaut aussi prendre l'indigène tel qu'il est et l'amener en douceur où nous voulons le conduire. Ce procédé n'exige pas moins de fermeté, mais aussi une grande continuité et une extrême patience. Il faut créer autour du Noir ce milieu social, d'où dépend uniquement son progrès moral, l'entortiller dans les mille replis de notre activité, l'enserrer dans des liens économiques qui, sans violenter son hérédité, la mettent dans l'obligation de s'accommoder de conditions nouvelles, en attendant qu'elle évolue à son tour et s'adapte au milieu nouveau. Par la méthode rapide et violente, vous vous présentez en ennemis; vous sollicitez la réaction. Par la méthode d'enveloppement lent et continu, vous laissez l'indigène aux prises avec l'instinct de conservation; vous le mettez dans l'obligation de vivre; vous le contraignez par une sorte de suggestion à vous reconnaître comme suzerain et comme père. En principe, le nègre n'est point imperfectible dans sa race. Mais il est nécessaire que son dressage se fasse avec une grande lenteur et passe par les phases où nous avons passé nous-mêmes. Vouloir en faire d'emblée un savant, un raffiné, c'est prendre le problème par la fin. Il ne lui est point nécessaire d'être de longtemps un lettré. Cela lui est même plutôt pernicieux. Il doit d'abord faire un travailleur, un ouvrier. L'instruction de sa race doit commencer par l'étude et la pratique des travaux manuels. Qu'il devienne bon menuisier, forgeron ou charpentier : c'est pour lui la santé physique et morale; c'est l'adapter à sa nouvelle atmosphère sociale et lui donner les moyens d'y vivre.

Le nègre de l'Afrique tropicale est un enfant, un mineur; notre éducation doit s'inspirer des trois principes de fermeté, douceur et patience. L'émancipation viendra en son temps.

Dr Ad. Cureau,
Administrateur en chef des Colonies.

LA CHIMIE DANS L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE

Personne ne contestera aujourd'hui qu'entre toutes les sciences expérimentales, la Chimie est celle dont le développement a été le plus rapide dans le siècle dernier; nous assistons à son épanouissement : elle pénètre la vie dans tous les règnes et dans toutes les phases; la maladie et la mort sont également de son domaine; la paix comme la guerre se prêtent à l'extension de son activité. C'est assez dire que l'importance de son rôle n'a rien d'artificiel, qu'il n'est dû ni à l'auto-

rité personnelle de ses protagonistes, ni au caprice d'une mode passagère. Au surplus, l'appui de cette force aveugle, mais souveraine en bien des circonstances, ne lui manquerait même pas à l'occasion : il suffit, pour s'en assurer, de voir avec quelle curiosité fébrile, mêlée d'une sorte de crainte superstitieuse, sont accueillies les découvertes qui sortent du laboratoire, et prennent par l'étendue de leur publicité une allure sensationnelle. Les efforts des chimistes ont toujours été accueillis avec sympathie par le grand public dès que l'écho lui en est parvenu. Pourquoi donc les plaintes s'élèvent-elles de différents côtés au sujet de l'enseignement élémentaire de cette branche de la connaissance? Les programmes, quoique modifiés, n'ont suivi que de loin les progrès de la science; leur rajeunissement n'a revêtu qu'une forme très timide dans les limites où l'on en a étroitement renfermé la matière; et de cela les chimistes ne sont pas responsables. Il semble que la sollicitude dont est l'objet l'enseignement scientifique en général ne soit pas pour la Chimie aussi vive que l'accroissement de son importance permettrait de le supposer. S'il en était vraiment ainsi, il y aurait là un réel danger, dont la gravité n'a pas échappé à des savants fort autorisés et qui pourrait bien avoir une répercussion considérable sur les intérêts vitaux de notre pays. Sur le corps enseignant pèse à ce sujet une gêne vague dont il souffre, sans que personne se préoccupe d'en démêler les symptômes, d'en préciser les causes. J'ai tenté de le faire, encore que je n'y aie d'autres titres que mon profond amour pour la Chimie, l'attrait qu'a pour moi son enseignement et la diffusion de son influence. Loin de prétendre à rien dire d'original, mon unique désir est d'interpréter les sentiments de tous. Si mes collègues retrouvent dans cet exposé un reflet fidèle de leur pensée, j'aurai tout lieu d'être satisfait; j'ai l'espoir de ne me trouver avec aucun d'eux en contradiction sur quelque point essentiel.

I

Je me propose d'examiner les difficultés particulières que comporte l'enseignement de la Chimie, en envisageant d'abord celles qui sont inhérentes à la nature même de la science, et aussi celles qui tiennent à l'instruction nécessairement insuffisante du professeur.

Comme il arrive pour toute science expérimentale, l'intérêt résulte tout d'abord de l'observation directe des faits : il est purement descriptif. Plus tard, il est accompagné de celui qui résulte de l'interprétation et de la classification des phénomènes, et il doit même s'effacer devant ce dernier. Tant qu'on reste sur le terrain descriptif, il est facile de rendre attrayante l'étude des phénomènes chimiques : ils sont, en effet, souvent brillants ou curieux. Les professeurs sont tous en état de les bien choisir et de les bien exécuter, de façon à frapper l'imagination de l'auditeur; tout professeur est propre à faire devant des écoliers d'excellentes leçons de choses, devant des adultes des conférences applaudies.

La difficulté de l'enseignement en Chimie ne se montre donc pas dans les débuts immédiats : elle apparaît en même temps que la nécessité de classer les phénomènes, c'est-à-dire de les examiner à un point de vue particulier : c'est qu'à ce moment s'introduit le symbolisme et la logique spéciale à cette science. Il ne serait ni juste ni exact de faire remonter la cause de la difficulté à des circonstances accidentelles, comme, par exemple, l'insuffisance de l'instruction mathématique ou des connaissances physiques des élèves : elle est dans l'essence même de la science.

Un enseignement logique à la manière de la Géométrie élémentaire est ici impraticable, et, pour un esprit pénétré de cette méthode, tout y apparaît comme cercle vicieux, surtout les notions théoriques qu'on a coutume de donner au début de l'enseignement : telles, par exemple, que la distinction entre un mélange et une combinaison, entre un corps simple et un corps composé. Comment peut-on donner de l'espèce chimique définie une notion satisfaisante sans faire appel à l'analyse élémentaire, qui suppose l'existence de la loi des proportions définies, et celle-ci, d'après son énoncé, ne s'applique-t-elle pas aux seules espèces définies? Est-il possible de donner de la fonction chimique la plus importante — la fonction acide — une définition logique, qui n'apparaisse pas au chimiste comme une pauvre association de mots sans portée réelle et ne résistant pas à l'examen des faits? Une notion des plus fécondes — la notion de valence — ne peut être présentée aux élèves sous une forme rigoureuse, sans perdre du même coup les caractères particuliers auxquels elle a dû ses plus éclatants succès.

C'est qu'il n'est pas possible, en effet, de procéder du connu à l'inconnu; s'il est naturel qu'un élève se refuse à apprendre un théorème de Géométrie sans l'avoir compris, il faut cependant obtenir de lui cette concession ou ce sacrifice à propos de la Chimie; car il n'est pas toujours en état de comprendre au moment où il doit apprendre, et il lui faut apprendre beaucoup pour pouvoir comprendre plus tard. Il n'y a pas, d'ailleurs, à s'étonner outre mesure de cette pétition de principes toute apparente. Il nous a bien fallu apprendre à lire ou à compter; on peut bien obtenir d'un enfant qu'il fasse une multiplication sans qu'il en connaisse la théorie, sans même qu'il en saisisse

l'utilité. Il n'est aucune science pour laquelle on ne soit, au même degré, obligé de procéder par retouches successives, chacune d'elles modifiant la précédente sans qu'à aucun moment rien ne soit définitif. On ne peut pas dire sans exagérer que tout y est provisoire, mais on ne peut pas affirmer non plus que rien y soit immuablement acquis. La logique ordinaire, la logique linéaire, si je puis ainsi m'exprimer, que développe chez l'élève l'instruction mathématique, n'est donc pas satisfaite dans les premiers pas qu'il fait dans l'enseignement de la Chimie. S'il est intelligent, les objections doivent lui venir facilement, que le professeur est impuissant à dissiper. Il est donc de toute nécessité que l'écolier fasse crédit à son professeur tant qu'il n'est pas en possession de l'ensemble des faits qu'il lui est indispensable de connaître. C'est ce qu'on a coutume de traduire en disant chez les élèves : *La Chimie s'apprend par cœur*, et chez certains professeurs : *Il n'y a pas, en Chimie, d'idées générales*. Ces boutades trahissent, au demeurant, le même symptôme : l'ignorance, plus excusable en somme chez les premiers que chez les seconds.

La connaissance des faits, en Chimie, est à la fois un moyen et un but. L'enseignement doit donc aboutir à la connaissance d'un assez grand nombre de faits, pour permettre d'avoir à leur sujet une série d'idées générales : celles-ci permettront alors d'incorporer plus aisément d'autres documents ; et, comme la facilité d'assimilation dépend du total assimilé, on peut presque dire qu'elle croît suivant un mode exponentiel. Mais il est incontestable qu'au début la tâche est assez pénible pour le professeur.

II

Examinons les divers moyens didactiques dont dispose le professeur pour piquer la curiosité ou aiguillonner la mémoire de ses élèves. Ils sont de deux ordres : les uns sollicitent particulièrement les organes des sens : collections, expériences de cours, manipulations, visites d'usines ; les autres mettent en mouvement les facultés de l'intelligence : leçons, interrogations, compositions et problèmes.

L'utilité des collections est évidente à la condition qu'elles soient disposées comme une sorte de musée largement accessible aux élèves et que, par le classement, la sélection et la quantité relative des produits, leur mode de conservation, la sûreté de leur désignation, il se fasse chez l'élève un travail d'autant plus utile que l'effort en sera moins sensible, qui lui permettra par la suite de prêter une forme plus concrète à l'exposé magistral. Les ressources limitées comme local et comme budget enlèvent à ce moyen toute efficacité.

Le professeur est préparé à faire appel aux expériences de cours et il songe bientôt à les multiplier. Quoi qu'en pensent certains esprits chagrins, nous imaginons volontiers qu'il ne se laisse arrêter ni par la peine qu'il doit prendre pour combiner les expériences et pour les monter, ni par l'absence d'un auxiliaire adroit et dévoué, ni même par l'insuffisance des moyens matériels. D'autres obstacles ne tardent pas à se présenter, qui limiteront singulièrement sinon son ardeur elle-même, du moins son but. C'est le choix d'une expérience aisée à suivre dans ses différentes phases par un auditoire assez nombreux, dont l'interprétation ne soit ni douteuse, ni ambiguë ; c'est la durée de l'expérience, qui doit se concilier avec celle de la leçon ; c'est surtout le temps employé à la faire et à la commenter, qui ne doit pas usurper sur celui qui est nécessaire pour parcourir le programme ; c'est enfin la proscription de toute expérience dangereuse pour l'opérateur ou pour ses élèves.

Cette responsabilité morale et même légale qui surgit à propos des expériences faites au cours devient tout à fait décisive pour les manipulations d'élèves. Certes, il serait à désirer, comme le pensent certains bons esprits, que *cet exercice pût se substituer entièrement à la leçon* : l'élève répétant à sa place l'expérience faite par le professeur en suivant pas à pas les apparences signalées par son guide. Mais ceci paraît chimérique ailleurs que dans l'Enseignement supérieur. C'est déjà une question très délicate que d'arriver à faire manipuler sans danger sérieux, avec une surveillance nécessairement insuffisante, un nombre trop grand d'écoliers turbulents ou maladroits, inconscients des conséquences que peuvent avoir leurs étourderies ou leurs farces. En outre, il y a dans l'organisation matérielle d'une série de manipulations des difficultés pécuniaires dont il ne faut pas exagérer l'importance, mais qu'il convient de résoudre autrement que par des expédients.

Lorsque l'élève a acquis une notion claire de l'expérience, il est utile de lui faire voir la transformation qu'elle subit lorsqu'elle passe du laboratoire à l'usine, en particulier les modifications que reçoivent les appareils dans leur forme, leurs dimensions et leur nature, l'économie des énergies mécanique, électrique ou calorifique, l'utilisation des sous-produits qui groupe dans un même local des substances étudiées à des endroits différents du cours. Malheureusement, l'inertie des industriels ou leur réelle impuissance privent habituellement le professeur de leur fructueuse coopération.

Maintenant que nous avons passé en revue les divers auxiliaires expérimentaux du professeur, que nous avons indiqué les causes qui atténuent jusqu'à l'annuler le secours précieux qu'ils devraient lui apporter, nous allons envisager l'autre

série de moyens didactiques qui doivent le conduire au but qu'il poursuit.

Emmagasiner dans la mémoire un assez grand nombre de faits bien choisis et bien décrits est l'objectif le plus pressant. La chose est difficile; cela n'est pas douteux, si l'on ne veut pas rebuter l'élève en lui imposant un effort trop considérable qui ne comporte pas pour lui de satisfaction immédiate. Le talent consiste donc à le dissimuler; mais, pour y parvenir, il n'est pas suffisant, comme dans d'autres sciences, de donner à la leçon une charpente solide et de n'utiliser que des matériaux éprouvés.

Le plan net et précis, l'équilibre des différentes parties, le relief exact des faits, le rappel fréquent des corrélations et des conflits, le bonheur dans les transitions et la vigueur des conclusions sont certes, comme partout, des conditions indispensables au succès.

Mais, pour aboutir à une prompte assimilation du minimum considérable de faits d'où pourront se dégager les idées générales, il faut encore faire appel à chaque instant à des éléments d'intérêt un peu exorbités, ou encore à un ordre de spéculations plus pratique que théorique, appartenant à telle catégorie d'applications propre à frapper l'imagination de l'auditoire.

Précisons ce point de vue par quelques exemples :

Lorsqu'une réaction nouvelle se présente, il ne faut pas l'abandonner sans l'avoir envisagée sous toutes ses faces. Soit, entre autres, la décomposition d'un oxyde par la chaleur :

$$3MnO^2 = Mn^3O^4 + 2O.$$

La production d'oxygène est, sans doute, un fait intéressant; mais il est certain qu'à ce seul titre elle ne mériterait plus d'être mentionnée. Il n'en est plus de même si, à ce propos, dans une digression rapide, on signale l'allure générale de la décomposition des oxydes sous l'action de la chaleur et inversement l'action de l'oxygène sur les métaux et leurs oxydes, si l'on y joint l'indication des cas pour lesquels les deux réactions inverses peuvent se produire et se limiter, etc., et si de cette parenthèse résulte un certain groupement général des éléments métalliques.

Considérons une réaction d'un autre type : celle qui fournit le chlore dans le laboratoire et sur laquelle le professeur est amené à s'étendre assez longuement par suite de son importance industrielle passée :

$$MnO^2 + 4HCl = MnCl^2 + 2Cl + 2H^2O.$$

Il n'est pas superflu d'examiner ce qu'il advient lorsqu'on substitue à MnO^2 un autre peroxyde, à HCl un autre acide du même type ou d'un type différent. Il y a là une gymnastique toujours profitable pour l'élève quand bien même elle ferait intervenir, même fugitivement, des connaissances qu'il n'a pas encore.

La préparation du peroxyde d'azote par la calcination du nitrate de plomb peut être l'occasion d'un aperçu d'ensemble sur l'action de la chaleur sur les nitrates, tant au point de vue de la destinée de leur azote que de celle de l'élément métallique, en dépit de la barrière élevée par la traditionnelle routine entre l'histoire des métalloïdes et celle des métaux.

Il est habituel d'indiquer, soit à propos de l'iode, soit à propos de l'hyposulfite de sodium, la réaction classique qui fournit le tétrathionate et qui sert de pivot à une méthode d'analyse volumétrique. Et alors n'est-il pas instructif d'indiquer ce qu'elle devient, si l'hyposulfite de sodium est remplacé par un autre oxyacide de soufre ou par son sel, si l'iode est remplacé par un autre halogène, etc.

L'histoire des métaux est, on peut le dire, faite de telles remarques; chaque propriété, chaque réaction d'un métal ou d'une de ses combinaisons ne vaut que par la comparaison qu'on en fait avec une autre du même métal ou d'un métal différent. C'est de là que jaillissent les classifications, c'est-à-dire les idées générales.

La Chimie organique est un exemple merveilleux de ce procédé; les fonctions, d'une part, et les séries homologues, d'autre part, constituent un tableau à double entrée, dont la régularité soulage la mémoire et favorise les suggestions. Et ce que le mécanisme aurait de trop automatique et de trop définitivement acquis est heureusement atténué par les modifications régulières ou inattendues qu'y apportent l'accumulation des fonctions, des atomes, la nature des substitutions.

A un autre point de vue, sans donner à l'ensemble du cours une orientation vers l'application qui ne lui convient pas, il y a cependant un bon parti à tirer, chemin faisant, d'une indication technique ou industrielle, d'un aperçu physiologique, d'une donnée relative à la thérapeutique ou à l'hygiène, voire même d'une incursion sur le terrain économique ou sur la répartition géographique des matières premières.

Est-il raisonnable de parler des nitrites sans signaler la réaction des diazoïques et la production industrielle qui en résulte? Et, si le professeur indique en passant le rôle du plomb et explique du même coup la production par une même usine du nitrite et du minium, qui donc pourra lui reprocher d'avoir franchi les limites d'un programme?

La nature même de l'application citée n'est pas indifférente; ne peut-on pas imaginer que l'élève retiendra plus aisément l'action nitrante de l'acide azotique s'il sait que c'est par son aide qu'on

obtient l'acide picrique de nos obus, le musc artificiel des parfums de mauvaise qualité, la fuchsine employée en teinture. La naphtaline prendra une plus grande importance si l'élève entend que c'est le point de départ d'une des synthèses de l'indigo, et on l'intéressera certainement en le mettant au courant de la lutte entre cet indigo de laboratoire et le produit naturel. On peut en dire autant de la bataille que se livrent sur le terrain fiscal le pétrole étranger et l'alcool national.

Enfin, il n'est pas jusqu'aux théories les plus élevées de l'énergétique et de la constitution de la matière qui ne puissent à l'occasion servir à souligner un fait ou un groupe de faits, faire surgir une interprétation ingénieuse ou rendre un rapprochement plus saisissant. Mais c'est surtout dans cette intervention qu'il est indispensable de montrer de la mesure, car il ne faut pas oublier que la Chimie proprement dite n'a jamais tiré qu'une aide médiocre de l'abus tyrannique des systématiques d'origine physique, tandis qu'elle a été admirablement fécondée par un empirisme génial et tolérant (quadrivalence et asymétrie du carbone, cryoscopie, analyse spectrale, etc.)

Pour éviter tout malentendu, il est nécessaire de répéter qu'il ne s'agit, dans tout ce qui vient d'être dit, que de parenthèses rapidement ouvertes et closes, de commentaires hors texte. L'élève n'est point obligé d'en prendre note et d'en garder un souvenir précis. Pourvu qu'il soit attentif, il lui restera toujours ce sentiment que les faits qu'on lui demande de retenir ne sont pas isolés et se rattachent entre eux ou à d'autres par des liens multiples qui se préciseront plus tard, et ce sera pour lui un encouragement et pour son professeur un levier permanent.

Il est bien clair que les mêmes remarques s'appliquent avec plus de force à l'interrogation ; c'est surtout dans cet exercice si salutaire, auquel participe chacun, que le professeur doit, sans hésitation ni incertitude, faire surgir les comparaisons, suggérer les généralisations, promener son auditoire avec autorité dans le domaine entier qui lui appartient, sans craindre de franchir accidentellement les bornes qui lui sont assignées par un programme en lequel il doit voir un guide et non un geôlier.

Il n'est pas jusqu'à la composition qui ne puisse prendre de cette manière de procéder une importance beaucoup plus réelle : les sujets choisis dans cet esprit exigent un effort de réflexion personnelle, et mettent une entrave plus sérieuse aux traditions invétérées de collaboration ou de bibliographie clandestines.

Telles sont les ressources dont dispose le professeur de Chimie pour résoudre la tâche délicate qui lui est imposée. J'ai la conviction profonde qu'en y faisant un appel réfléchi et résolu, il est en état non seulement d'instruire, ce qui est bien, mais aussi d'éveiller la curiosité, de donner de la Chimie une impression déjà assez nette et d'en inspirer le goût, ce qui est mieux. Mais pour réussir, le simple désir, la meilleure bonne volonté ne peuvent suppléer à l'étendue des connaissances. Le professeur doit se trouver très vite en pleine possession des différentes parties de son programme, et dans une certaine mesure de ce qui le complète. Il doit connaître de la Chimie pure beaucoup plus qu'il n'aura à enseigner, et doit avoir sur la Chimie appliquée : analytique, industrielle, physiologique, une vue d'ensemble où les détails ne masquent pas les grandes lignes, où les plans se succèdent dans un recul satisfaisant sans compromettre la mise au point indispensable.

Ces conditions sont généralement remplies dans les autres ordres de sciences. Le professeur de Chimie est-il préparé par ses études antérieures à de telles exigences? Lui a-t-on demandé à un moment quelconque la preuve qu'il possède une telle érudition, et a-t-on développé chez lui le criticisme qui lui est indispensable pour la conserver et la parfaire? C'est ce qu'il nous faut maintenant examiner.

III

Le futur professeur a commencé par être élève, et nous pouvons imaginer qu'il a été très frappé, au début, par les expériences brillantes ou curieuses de combustion, de précipitation, de cristallisation, de changement de coloration qu'on lui a montrées. Par la suite, la difficulté d'associer et de retenir un amas de faits en apparence incohérents l'a désabusé peu à peu, et il sort du lycée sinon rebuté, ayant au moins laissé aux ronces du sentier l'enthousiasme qu'avaient excité tout d'abord la vue et le parfum des fleurs.

Il se rend alors à l'Université et conquiert ses certificats après avoir fait preuve d'honnêtes connaissances, dont la nature, la quantité et même la qualité dépendent d'un assez grand nombre de facteurs. Ce qu'on peut toujours affirmer, c'est que le certificat que lui a accordé la Faculté des Sciences, quelle qu'elle soit, suppose qu'il possède un bagage chimique, raisonnable, sans doute, mais à coup sûr insuffisant pour lui permettre d'enseigner à son tour. Il a une certaine teinture de Chimie générale, mais il est exceptionnel qu'il ait eu l'occasion de se pénétrer des rapports qu'ont entre eux les différents chapitres. Parmi les enseignements de la Chimie appliquée (industrielle, agricole, physiologique, biologique, analytique), c'est à peine s'il a pu accidentellement suivre l'un ou l'autre. Son instruction pratique n'est qu'ébauchée ;

il n'a de la recherche qu'une idée fort imparfaite. L'importance relative des individus chimiques qu'on lui a présentés et des réactions qu'il a vues se succéder lui échappent. Loin d'avoir le sentiment exact de l'état de la science, du terrain gagné et des découvertes imminentes, il n'a pas la moindre idée de ce qui lui reste à apprendre pour y parvenir.

Aussi est-il tenu, avant de voir s'ouvrir devant lui les portes de l'Enseignement, de sortir victorieux du concours d'Agrégation. C'est dans la préparation de ce terrible concours qu'il va être en situation de combler ces lacunes.

Pour mettre les choses au mieux, supposons qu'il s'agisse d'un étudiant parisien. Ici, les cours spéciaux ne manqueront pas pour compléter son instruction, et l'on me dispensera d'énumérer les établissements d'enseignement supérieur ouverts à sa curiosité, les laboratoires où il pourra se familiariser avec la technique et prendre contact avec la recherche. Il ne lui manque, pour devenir un chimiste averti et un manipulateur exercé, que de le vouloir. Mais il n'en fera rien, et le pis est qu'il n'en fera rien même s'il en a le goût.

Il ne le fera pas — et peut-on le lui reprocher? — parce que l'Agrégation professionnelle, l'Agrégation des sciences physiques, est surtout organisée en vue de juger de l'étendue des connaissances du candidat dans le domaine de la Physique pure et de son aptitude à l'enseignement de cette science, si différente de la Chimie dans son esprit et dans ses méthodes. La composition du jury, le nombre des épreuves réservées à la Physique, les coefficients qui leur sont attribués, tout contribue à orienter le candidat clairvoyant vers un complément de ses études de Physique pure, en s'en fiant pour la Chimie à ses connaissances passées et à un heureux hasard pour le choix de nouvelles.

La préparation au concours professionnel, si féconde pour la maturation de son intelligence, et pour le développement d'une aile de son instruction, n'a donc pas un caractère suffisamment bilatéral et ne comble donc pas, même approximativement, les lacunes de l'instruction chimique du futur professeur. Encore une fois, il n'a que des documents épars, mal appris et mal digérés; il n'a pas rapproché par un travail personnel les faits qu'il a rencontrés; il n'a pas l'habitude de contrôler, en se reportant aux sources, les renseignements puisés rapidement au hasard des traités ou des dictionnaires; il n'a pas d'ailleurs un apprentissage technique qui puisse lui permettre de commenter les expériences d'autrui. Bref, c'est un physicien bien informé, tout prêt à devenir un excellent professeur de Physique et même un chercheur sagace; il est également prêt à être un déplorable professeur de Chimie, routinier ou paradoxal, ignorant même de son ignorance et presque hors d'état d'y remédier, si, d'aventure, il s'en apercevait.

Le voici maintenant professeur dans un lycée de province : les premières années sont employées à préparer simultanément ses différents cours de Physique et de Chimie. Il vit pour cela sur ses données antérieures, complétées ici ou là dans les manuels. Il lui est bien difficile de les fortifier à ce moment par la lecture des Mémoires originaux ou des ouvrages spéciaux. La rapidité avec laquelle se succèdent les leçons ne lui permet pas de faire immédiatement œuvre utile et durable : il lui faut tout d'abord acquérir une première base d'opérations.

Dès que ce résultat est atteint, il lui est plus loisible de chercher à se mettre au courant et de compléter son instruction, s'il n'en a pas été peu à peu éloigné par la pratique quotidienne d'une profession fatigante. Mais, pour cela, il lui faut le secours de livres, de revues et surtout des encouragements. Or, l'un et l'autre lui manquent.

Il ne peut, sans guide, se mouvoir en sécurité dans le maquis des compilations et la brousse des dictionnaires; les traités spéciaux, quand ils ne sont pas franchement défectueux, sont souvent inabordables; les traités élémentaires sont parfois l'œuvre de certains collègues aussi ignorants, mais plus présomptueux, qui n'ont de la Chimie qu'une idée erronée et qui se bornent à transcrire en les défigurant les faits puisés dans d'autres ouvrages, eux-mêmes plus ou moins désuets; et c'est ainsi que se perpétuent dans les classes les erreurs séculaires et les légendes ancestrales. Les ouvrages qui échappent à ces critiques, et dont le petit nombre augmente la valeur, s'adressent plutôt à l'élève qu'au maître et les éloges qu'on doit en faire n'ont pas le pouvoir d'en accroître le format. Les revues, pour lesquelles il est un lecteur infidèle, se soucient fort peu de lui rendre service ; les auteurs, généralement chimistes de carrière, l'ignorent. Loin de débuter dans leurs articles par un exposé didactique, ils mettent une certaine coquetterie à croire le lecteur en état de les suivre immédiatement dans leurs propres recherches.

Au surplus, l'agrégé des sciences physiques, chez lequel le métier n'a pas étouffé la curiosité, devant l'immense développement de la Physique et de la Chimie, en face des maigres loisirs que lui laisse la tâche journalière, ne tarde pas à circonscrire son effort. Il est promptement orienté dans la direction à suivre par son passé d'étudiant et par le désir bien naturel de faire concourir son zèle à une amélioration de sa situation. Et ce n'est certes pas du côté de la Chimie que s'incline la balance. Les

inspecteurs généraux qui doivent apprécier ses mérites ont été de tout temps des savants de talent, très avertis des progrès de la Physique, très préoccupés de ses méthodes didactiques, mais qui, comme leurs subordonnés, quoiqu'à un degré différent, ont été obligés de limiter le champ de leur sollicitude; et la Chimie s'est trouvée toujours la victime sacrifiée.

Une autre cause d'émulation pour le professeur, une autre base d'appréciation pour le juger est le succès que remportent ses élèves dans les concours d'admission aux grandes écoles. Sur ce point comme sur l'autre, l'examen comparatif n'est pas à l'avantage de la Chimie et n'ébranle pas le résultat de ses réflexions.

Au demeurant, le succès a couronné ses mérites et son zèle : le voici parvenu de bonne heure dans un lycée de Faculté ou même de Paris. La question semble avoir changé de face : plusieurs des motifs qui le dirigeaient ne sont plus aussi impérieux. La faveur est venue et se maintiendra grâce à la vitesse acquise; les laboratoires sont là, les documents abondent, le milieu scientifique présente une activité contagieuse. Rien de tout cela n'y fait, au contraire. Physicien il est, physicien il restera : il a l'empreinte. Bien plus, les avantages de la situation nouvelle se retournent encore contre la Chimie; le professeur de Physique et Chimie s'intéresse davantage aux progrès de la Physique et cherche à y participer; c'est un hôte assidu des séances de la Société de Physique. La Chimie a cessé depuis trop longtemps de l'intéresser; il en rétrécit l'évolution aux modifications insensibles des programmes, et les feuilles d'examen sont pour lui le plus rigoureux des diaphragmes. Il ignore les séances de la Société Chimique, il ne feuillette pas son *Bulletin*, dont la lecture lui est devenue presque impossible. Les lycées ont d'impeccables professeurs de Physique, ils manquent de professeurs de Chimie.

Doit-il continuer à en être ainsi?

IV

Une question préliminaire se pose : *L'enseignement de la Chimie est-il nécessaire dans nos établissements d'enseignement secondaire?* Il ne s'agit pas ici, bien entendu, de l'enseignement tout à fait primordial, affectant la forme de leçon de choses; il s'agit de l'enseignement plus élevé dont nous avons signalé les difficultés, et pour lequel il semble que nos agrégés soient incomplètement préparés. Si l'on convenait d'apprécier la valeur didactique d'une branche de la science par l'importance qu'elle prend dans la vie matérielle, il ne pourrait y avoir aucune espèce de doute; dès que l'on envisage l'influence qu'elle peut avoir sur la formation générale de l'esprit, on est obligé de reconnaître qu'elle procède par une logique spéciale, différente de la logique géométrique, puisque le travail de la mémoire précède souvent de loin celui de l'intelligence au lieu de l'accompagner ou de le suivre; mais combien cette logique est plus humaine, plus plastique, et, si sa formule n'a pas la sécheresse du syllogisme, comme elle se rapproche davantage de la vie réelle. Et c'est une raison peut-être plus puissante encore que la première pour en estimer les services. Il serait donc injuste de supprimer la Chimie de nos programmes, encore que cela vaudrait peut-être mieux que de laisser les choses en l'état. *Il nous faut un enseignement chimique, et, s'il nous paraît aujourd'hui défectueux, il faut l'améliorer.* Ce n'est certes pas à un moment comme celui où se produit dans notre pays un renouveau chimique précurseur des grandes découvertes, où de tous les côtés surgissent les bonnes volontés, où s'affirment envers nos savants le respect ou la considération des savants étrangers, où l'évolution économique nous montre le rôle prépondérant assigné dans le présent et dans l'avenir à l'industrie sous toutes ses formes, ce n'est pas à une telle époque qu'il faut piétiner sur place ou revenir en arrière. C'est, au contraire, sans hésiter qu'il faut faire, en avant, un pas décisif.

Sans reprendre point par point l'exposition qui précède, il faut en retenir l'urgence d'apporter des améliorations dans le personnel et dans le matériel. De ce qui est relatif au matériel, c'est-à-dire des difficultés budgétaires, je ne m'occuperai point, car, suivant les circonstances, ces difficultés s'évanouissent par enchantement ou apparaissent comme insurmontables. Quant à la question du corps enseignant, le remède découle de la localisation du mal; celui-ci provient, sans aucun doute, de la dissymétrie que nous avons signalée entre la Physique et la Chimie; c'est cette dissymétrie qu'il y a lieu de supprimer. Pour y réussir, on peut concevoir au moins deux solutions.

Dans la première, il suffirait de donner au Concours d'agrégation des Sciences physiques la symétrie qui lui manque; mais l'accumulation des matières pourrait bien rendre le perfectionnement illusoire.

Dans une seconde, on instituerait, à côté de l'Agrégation actuelle, une Agrégation de Chimie[1] qui en serait la symétrique, c'est-à-dire en y conservant une certaine place à la Physique, tout

[1] Il est bien entendu qu'il ne s'agit pas de spécialiser, au moins d'une façon générale, l'enseignement de la Chimie : il y aurait à cela un danger pédagogique et des difficultés d'ordre administratif. Il n'est question que d'un double recrutement des professeurs de Physique et Chimie, destiné à s'assurer des éducateurs dont quelques-uns s'intéresseront davantage à l'une des sciences, sans que l'autre en soit à tout jamais victime.

en attribuant à la Chimie la part prépondérante.

Telle est la modification qui s'impose : toute autre, moins radicale, peut bien apporter un mieux momentané, mais ne peut être considérée que comme un moyen dilatoire capable de retarder, mais non d'éviter l'intervention chirurgicale nécessaire.

En revanche, une fois cette modification faite, on verra disparaître peu à peu et sans à-coup tout ce que nous avons relevé de fâcheux, sans craindre de réaction en sens inverse. Le fléau de la balance reprendra son horizontalité.

L.-J. Simon,
Docteur ès Sciences.

L'EXPOSITION MINIÈRE DE CONSTANTINE

A l'occasion du Concours départemental agricole, une Exposition minière assez importante a eu lieu à Constantine dans la seconde semaine d'avril. Un grand nombre de documents relatifs aux gites métallifères de la province ont été rassemblés pour quelques jours, et peut-être n'est-il pas inutile de chercher à conserver une trace des renseignements que l'on y pouvait puiser.

Les recherches ont été poursuivies depuis quelques années avec une telle activité que l'ouvrage, tout récent cependant, de M. de Launay[1] ne donne plus qu'une idée insuffisante de ce qui est connu.

La richesse minérale de la province de Constantine est probablement beaucoup plus grande que ne l'indique l'ouvrage du savant professeur de l'École des Mines[1].

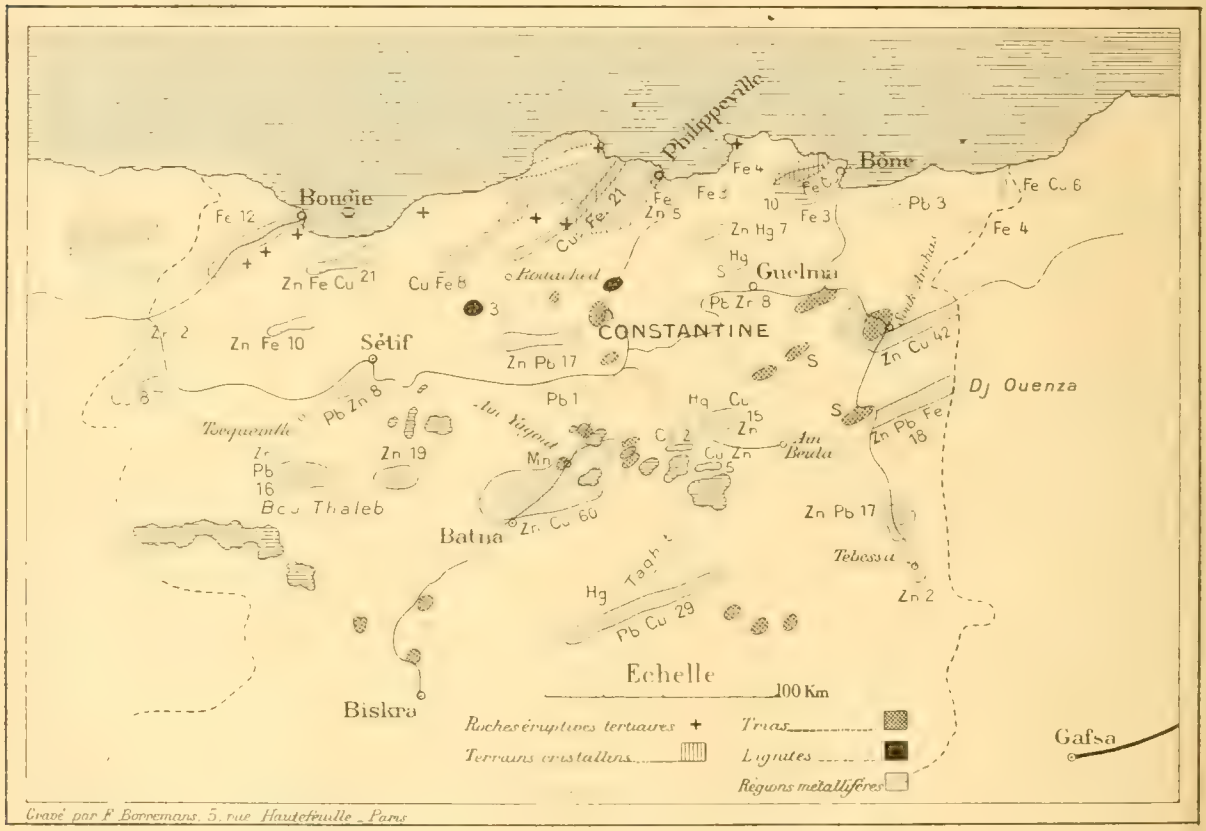


Fig. 1. — *Exploitations minières de la province de Constantine.*

I

On sait que la division classique de l'Algérie en trois zones parallèles au littoral (Atlas Tellien, Hauts-Plateaux et Atlas Saharien), fort nette dans

[1] Les richesses minérales de l'Afrique. Paris, 1903. — Cf aussi *Revue générale des Sciences*, 30 novembre 1902.

[1] Les minerais extraits en 1902 représentent (fer non compris) une valeur de 1.600.000 fr. Les mines ont occupé un millier d'ouvriers en 1902 et en 1903.

la province d'Oran, devient moins précise vers l'Est : les deux chaînes atlantiques se rapprochent et vont se réunir en Tunisie, de sorte que, dans la province de Constantine, la zone des Hauts-Plateaux perd beaucoup de son individualité et de son importance[1]. Cependant, entre les innombrables chaînons qui couvrent son prolongement, il existe des régions aplanies qui rendent la circulation et les transports assez faciles.

Au point de vue géologique, il y a lieu de rappeler que la Cordilière Bétique, l'Atlas et l'Apennin font partie d'un même ensemble ; ils sont, en quelque sorte, les préalpes d'une chaîne dont la partie principale s'est effrondrée récemment sous les eaux de la Méditerranée. Le long de l'importante fracture qui a limité cet effrondrement et qui forme le rivage actuel de l'Algérie, les roches éruptives tertiaires de types variés (granite, granulite, trachy-andésite, liparite, etc.) ne sont pas rares; en même temps qu'il ouvrait un chemin à des éruptions, cet accident tectonique a ramené au voisinage de la surface quelques noyaux de terrains cristallins, accompagnés de roches granitiques, que l'érosion a mis au jour en plusieurs points. Dans tout le reste de la province de Constantine, on ne trouve que des terrains secondaires et tertiaires, parmi lesquels il convient de signaler, au point de vue qui nous occupe, le Trias, le Lias, l'Infra-crétacé et l'Éocène inférieur.

Le Trias, représenté surtout par des argiles bariolées, accompagnées de gypse, de sel gemme et souvent de roches ophitiques, occupe toujours une position anormale au-dessus de terrains plus récents. Ses affleurements jalonnent des lignes tectoniques importantes. Le Lias et le Crétacé inférieur sont d'ordinaire constitués par des calcaires compacts qui forment les principaux sommets de la province et qui, par leur nature chimique, ont joué un rôle important dans la constitution des amas de calamine et de cérusite. Les phophates ne se rencontrent que dans l'Eocène inférieur.

Les plissements qui ont donné à l'Algérie sa structure actuelle ont une histoire compliquée et encore mal connue. Il en est d'anciens; mais les plus importants sont certainement tertiaires et se rattachent au mouvement alpin. Quelques gîtes minéraux se rencontrent dans les massifs cristallins et sont liés aux roches primaires (oxydes de fer de Mokta-el-Hadid par exemple); mais la plupart des autres gîtes, en relation avec les plissements tertiaires, sont constitués par des filons de sulfures complexes (fer, zinc, cuivre, plomb, mercure, antimoine), profondément altérés aux affleurements où dominent les minerais oxydés. Le modelé de l'Algérie est encore peu avancé par suite de la jeunesse des derniers plissements et aussi de l'insuffisance de l'érosion; le niveau hydrostatique est d'ordinaire assez loin de la surface, et la zone de cémentation est, en général, la seule qui soit connue d'une façon un peu précise : la plupart des permis de recherches sont aux mains d'Algériens disposant de capitaux limités et qui hésitent devant les dépenses nécessaires, mais assez fortes, qu'entraîne l'étude d'un gisement en profondeur. Les procédés de sondage, qui cependant ont donné dans le Sud d'excellents résultats pour le forage des puits artésiens, sont à peine employés aux études minières, faute sans doute d'un matériel approprié à ces recherches spéciales. Il est vraiment regrettable que ce matériel n'ait été exposé par aucune maison.

[1] Bernard et Ficheur : Les régions naturelles de l'Algérie 2 cartes, 1 planche profils. *Annales de Géographie*, 1902.

II

Le Service des Mines avait établi une carte portant l'indication de toutes les concessions et de tous les permis de la province de Constantine. Des couleurs conventionnelles indiquaient, pour chacun d'eux, la nature du métal. Il est impossible, sur une carte à petite échelle, de reproduire toutes ces indications, au nombre de près de quatre cents[1]. J'ai cependant cherché, dans le schéma qui accompagne cet article (fig. 21), à donner un résumé de cet important document. Les filons sont naturellement groupés dans certains districts privilégiés; j'ai réuni tous les gîtes voisins dans une même tache, à côté de laquelle un chiffre indique le nombre des concessions et des permis de recherches, et les symboles chimiques les principaux métaux qui y ont été signalés.

Le fer se rencontre surtout dans la zone littorale; il y a probablement deux raisons à ce fait : de nombreux amas d'oxydes sont en relation avec les terrains cristallins, et le peu de valeur de ce métal en fait négliger la recherche dans les régions éloignées des ports de mer. Le Djebel Ouenza, à la frontière tunisienne, est la principale exception; elle s'explique par l'importance extraordinaire du gisement : cent millions de tonnes d'hématite dans les calcaires du Crétacé inférieur.

Le manganèse est signalé en petites quantités dans un certain nombre de mines de fer. Depuis deux ans, un beau gisement de pyrolusite a été découvert à un kilomètre de la station d'Aïn Yagout. Il est douteux qu'il faille le rattacher aux sulfures complexes qui dominent dans la région; il est plutôt en relation avec les ophites du Trias voisin, qui contiennent un peu de manganèse.

Le cuivre forme un certain nombre de gîtes assez

[1] Quarante-cinq concessions, dont 24 exploitées, et 235 permis en vigueur. Les autres indications se rapportent à des permis qui n'ont pas été renouvelés.

disséminés dans la petite Kabylie. La région qui semble la plus riche est au nord de Batna : la chalcosine, les cuivres gris, la malachite et l'azurite se voient aux affleurements; les filons, à gangues de quartz et de baryte, peuvent être suivis sur de grandes longueurs (plusieurs kilomètres). Dans les parties riches, la teneur dépasse souvent 30 °/₀ de cuivre. Il y a quelques années à peine que cette région est étudiée, et il y a tout lieu de croire que quelques-uns au moins de ces gîtes ont une réelle valeur[1]. Quelques mines anciennement exploitées ont atteint en profondeur la chalcopyrite ; mais, en somme, pour ce métal, la province de Constantine en est encore à la période d'études.

Le plomb, rare dans la zone littorale, devient plus abondant vers le sud. En 1900, l'Algérie tout entière avait fourni 222 tonnes de plomb; en 1902, la province de Constantine a exporté 3.200 tonnes de cérusite et 1.600 de galène.

Le métal le plus important de la province de l'Est est certainement le zinc. La calamine est le principal minerai. Les chiffres suivants (en milliers de tonnes) montrent quels progrès ont été réalisés depuis quelques années :

1891.	1,8 à 43 fr	91
1900.	19	»
1902.	22 à 61	
1903.	27,8	»

Les deux mines les plus importantes sont Hamma N'bails [14,4 en 1903] et le Djebel Soubella (ou Bou-Thaleb) [4,12].

Des couches de cinabre sont souvent associées aux minerais de zinc et de plomb; mais ce n'est qu'à l'est du méridien de Constantine que le mercure prend de l'importance. La concession de Taghit, reprise récemment après quelques années d'abandon, a produit, en 1903, 38 tonnes de mercure. Les fours de l'usine, chauffés au charbon de bois provenant des forêts de l'Aurès, permettent de traiter 25 tonnes de minerai par jour.

Le gypse alimente de nombreuses plâtrières. Son abondance rendait probable la découverte de gisements de soufre : deux se trouvent dans la région de Souk-Arrhas en relation avec le Trias. Un autre, dont l'importance industrielle est dès maintenant bien établie, est situé à Héliopolis, près de Guelma : il provient de la réduction de gypses miocènes et contient de magnifiques cristaux de soufre[2].

L'exploitation des phosphates devient chaque année plus importante; les principaux centres sont toujours Tebessa et Tocqueville. Les teneurs varient de 58 à 70 °/₀. La Tunisie, surtout, est en grand progrès, et ce fait est, paraît-il, imputable à une meilleure organisation des chemins de fer de la Régence. Cet engrais est, d'ailleurs, largement utilisé en Algérie, où l'on commence, s'il faut en croire les exposants, à renoncer à la superstition des superphosphates et à employer les phosphates naturels, souvent mélangés de plâtre.

Exportation des phosphates en milliers de tonnes.

ANNÉES	BONE	BOUGIE	GAFSA
1894. . .	49.6	»	»
1895. . .	104.6	»	»
1896. . .	142.3	0,18	»
1897. . .	207,7	20	»
1898. . .	223,4	46	»
1899. . .	233,1	53	65,2
1900. . .	235,8	42	171,3
1901. . .	234.7	43	178
1902. . .	248.2	17.7	266
1903. . .	273.2	22	360

La rareté des combustibles indigènes est toujours une grande gêne pour l'Algérie. Les lignites miocènes de Smendou (ligne de Philippeville à Constantine), concédés depuis longtemps, n'ont jamais donné de bons résultats. Plus récemment, au S.-O. de Rouached, on a signalé dans l'Oligocène, et non pas dans l'Helvétien, un nouveau gisement qui a donné quelques espérances. Les recherches effectuées depuis ne permettent pas encore de formuler une opinion sur la valeur de ce combustible.

III

Deux obstacles se sont opposés jusqu'à ce jour à un plus grand développement des industries minières dans la province de Constantine.

Le charbon fait défaut, les forces hydrauliques sont rares; on ne peut songer à établir d'usines importantes que sur le littoral. Il n'y a guère de remèdes à ce fait; cependant, pour le traitement mécanique des minerais, leur triage, qui n'exigent pas de puissance très considérable, il est permis de penser que l'emploi du pétrole ou de l'alcool, le développement des aéromoteurs qui commencent à être connus en Algérie, rendront bientôt possible l'enrichissement des minerais et diminueront d'autant les frais de transport.

Le réseau des chemins de fer est à mailles beaucoup trop larges, les tarifs sont incommodes; mais ce n'est là qu'une affaire de temps et d'un temps probablement assez court; de récents débats parlementaires ont assez montré que les pouvoirs publics se préoccupent sérieusement de la question.

Quelques mines sont assez bien placées pour que l'on puisse songer à en aborder l'exploitation ; pour les autres, le moment paraît venu d'en poursuivre sérieusement l'étude.

R. Chudeau,
Docteur ès sciences.
Professeur au Lycée de Constantine.

[1] Les 60 gîtes portés sur la carte se répartissent de la façon suivante : Cuivre, 30; Zinc, 22. Les 8 autres sont des gîtes de fer, de manganèse ou de sulfures complexes.

[2] Quelques gisements de pyrite sont connus en Kabylie.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Robin (Gustave), *Chargé de cours à la Faculté des Sciences de Paris.* — **Théorie nouvelle des Fonctions** (*Collection des Œuvres scientifiques de Robin, réunies et publiées par* L. Raffy, *professeur-adjoint à la Sorbonne*). — 1 *vol. in-8 de* 211 *pages* (*Prix* : 7 *fr.*). *Gauthier-Villars, Paris*, 1904.

Le but de ce livre est d'établir les fondements de l'Analyse infinitésimale sur la seule notion de nombre entier, à l'exclusion de toute autre notion d'origine plus ou moins expérimentale. Cette idée s'imposa dès que les progrès du Calcul intégral eurent rendu nécessaire une critique approfondie des notions fondamentales de continuité et de limite; elle domine maintenant l'enseignement de l'Analyse. Il suffira, comme preuve, de citer le traité de M. Méray : *Leçons nouvelles d'Analyse infinitésimale*, ou le beau livre, devenu classique, de M. Tannery : *Introduction à la Théorie des Fonctions d'une variable.*

M. Robin se distingue des auteurs actuels par l'exclusion systématique de ce que nous appelons le *nombre irrationnel* ou *incommensurable* : il introduit, à peu près comme à l'ordinaire et en évitant les considérations relatives à la mesure des grandeurs, les nombres entiers ou fractionnaires positifs et négatifs, qui seront dits *rationnels*; il s'agit de constituer l'Analyse avec ces seuls éléments, en excluant toute idée de continuité ou de limite provenant de la mesure des grandeurs. On peut y arriver par la considération des *suites indéfinies de nombres rationnels*, qui possèdent la propriété de la *convergence* : une telle suite $u_1, u_2, \ldots, u_n \ldots$ est dite *convergente* lorsque, à partir d'une valeur suffisamment grande du rang n, la valeur absolue de la différence $u_{n+p} - u_n$ demeure moindre qu'un nombre positif ε donné d'avance aussi petit qu'on voudra (et cela, quel que soit l'entier p). Dès le début des Mathématiques, les calculs approchés conduisent à de pareilles suites, qui se séparent immédiatement en deux catégories : les unes, dans lesquelles le terme général u_n tend vers une limite rationnelle quand n croît indéfiniment, telles, par exemple, les suites de valeurs décimales approchées par défaut d'une fraction ordinaire qui n'est pas exactement réductible à une fraction décimale; les autres, dans lesquelles une telle limite de u_n n'existe pas: telle, par exemple, la suite des racines carrées, approchées par défaut à moins de $\frac{1}{10}, \frac{1}{10^2}, \ldots \frac{1}{10^n} \ldots$ près, d'un nombre rationnel qui n'est pas le carré d'un autre nombre rationnel; ce sont les suites de la dernière catégorie qui conduisent communément à l'introduction du nombre *irrationnel*. Pour ceux qui admettent cette introduction, la connaissance d'un nombre irrationnel n'est autre chose que celle d'une pareille suite; dès lors, on définit les opérations élémentaires de l'Arithmétique sur les nombres irrationnels par des opérations correspondantes pratiquées sur les termes rationnels des suites qui définissent ces nombres; et, sans entrer ici dans les détails de la méthode, on conçoit la possibilité d'étendre aux nouveaux nombres le langage et l'écriture algébriques constitués d'abord pour les seuls nombres rationnels; on forme ainsi une doctrine cohérente qui permet l'étude des fonctions, sans distinction de la nature rationnelle ou irrationnelle des valeurs numériques attribuées aux variables et aux fonctions. C'est cette méthode que Robin repousse absolument, comme faisant, selon lui, inconsciemment appel à la théorie de la mesure des grandeurs, sous peine de ne plus consister qu'en un formalisme purement verbal; sans discuter ce jugement, qui nous paraît excessif, nous allons essayer de montrer brièvement comment l'auteur expose les fondements de l'Analyse, et nous chercherons à mettre en évidence les différences avec les théories ordinairement enseignées qui résultent de ce mode d'exposition.

Après un premier chapitre consacré aux propriétés fondamentales des suites convergentes et des séries numériques, Robin définit ainsi une fonction explicite $f(x)$ d'une variable x dans un intervalle donné (a, b) : à chaque valeur, nécessairement rationnelle, de x qui appartient à l'intervalle, on fait correspondre, soit un nombre rationnel $f(x)$, soit le plus généralement une suite convergente dont on désignera par $f(x)$ un terme de rang suffisamment élevé. Cette définition présente une différence capitale avec la définition ordinaire : pour établir l'accord entre les deux définitions, il serait nécessaire de faire correspondre une suite convergente $f(x)$, *non pas seulement à toute valeur rationnelle de* x, mais aussi à toute suite convergente $x_1, x_2, \ldots x_n \ldots$ tirée de l'intervalle considéré, et n'ayant pas nécessairement une limite rationnelle; cette différence entraîne, par la suite, certaines contradictions avec les propositions ordinairement enseignées. Une définition analogue est donnée pour la fonction implicite $f(x)$ déterminée par une équation :

$$F[x, f(x)] = 0;$$

trouver, pour chaque valeur x de l'intervalle, une suite convergente $f_1(x)$, $f_2(x) \ldots$ telle que les opérations dont F est le symbole, étant effectuées sur les divers termes de cette suite en même temps que sur x, aient pour résultat une *suite de nombres tendant vers 0*. Ces définitions montrent bien l'esprit de la méthode et font prévoir les complications qui en résultent.

Les définitions relatives aux fonctions sont suivies de celles des limites supérieure et inférieure, quand il y en a, d'une fonction finie dans un intervalle; là encore se manifeste une contradiction avec les théories ordinaires: par exemple, au point de vue de l'auteur, le polynôme $1-(x^2-2)^2$ n'atteint jamais sa limite supérieure 1. La considération de l'*oscillation moyenne* de la fonction dans un intervalle conduit à la recherche des fonctions *intégrables*, qui sont caractérisées par une *oscillation moyenne nulle* (Riemann); parmi les fonctions intégrables, sont distinguées et définies les fonctions *continues* et celles qui sont dites à *oscillation totale limitée* : lorsque ces dernières sont en même temps continues, elles deviennent les fonctions *rectifiables*, au sens géométrique. Le problème des fonctions inverses est ensuite traité comme conséquence du problème de la *résolution d'une équation* $f(x) = A$: trouver une suite convergente $[x]$ telle que la suite correspondante $[f(x)]$ converge vers A; ce problème permet la définition précise de la fonction inverse d'une fonction qui est continue dans un intervalle (a, b) et qui varie toujours dans le même sens entre a et b; le chapitre se termine par l'étude de la fonction exponentielle, déduite de l'équation fonctionnelle : $f(x+y) = f(x)f(y)$, et par celle de la fonction logarithmique, comme inverse de l'exponentielle.

L'auteur introduit maintenant la notion fondamentale de la dérivée : soit d'abord une fonction de x ayant une valeur numérique déterminée pour chaque valeur de x; je donne à x une suite indéfinie d'accroissements $h, h', h'' \ldots$ qui tendent vers 0 : soit $k, k', k'' \ldots$ les accroissements correspondants de la fonction $f(x)$; il y aura une dérivée de $f(x)$ pour la valeur x consi-

dérée, si la suite $\frac{k}{h}, \frac{k'}{h'} \ldots$ est convergente et reste équivalente à toute autre suite construite de même, et dont on désignera par $f'(x)$ un terme assez éloigné; la définition est analogue dans le cas général d'une fonction $f(x)$ quelconque. Après avoir établi la relation entre le signe de la dérivée et le sens de la variation de la fonction, l'auteur insiste sur les réciproques : en particulier, si la dérivée est constamment nulle dans un intervalle, la fonction n'y est pas nécessairement constante, même si elle y est continue; pour retrouver la plupart des propriétés enseignées d'ordinaire, il faut considérer les fonctions *uniformément différentiables* dans un intervalle donné, qui sont telles que, dans tout l'intervalle, on ait :

$$\frac{f(x')-f(x)}{x'-x}-f'(x)<\varepsilon,$$

ε donnée d'avance, dès que $x'-x<\alpha$, x' et x étant quelconques dans l'intervalle : par exemple, sont dans ce cas les fonctions x^m et a^x. Les fonctions uniformément différentiables sont très importantes : toute fonction uniformément différentiable dans un intervalle a, b y est continue ainsi que sa dérivée, et y est rectifiable; si $f(a)$ et $f(b)$ sont nuls, la dérivée s'annule dans l'intervalle. Ce théorème fondamental entraîne ses conséquences ordinaires : formule des accroissements finis, correspondance entre le signe de la dérivée et le sens de la variation de la fonction, formules de Taylor et de Mac-Laurin; ces dernières formules amènent à l'étude des propriétés générales des séries de fonctions : uniformité de convergence, continuité, différentiation; l'auteur montre comment on peut former de pareilles séries, définissant des fonctions continues privées de dérivées, pour toute valeur de la variable. Ensuite vient l'étude des séries entières, le théorème d'Abel, la définition d'une fonction $f(x)$ *analytique* pour la valeur x de la variable : $f(x+h)$ doit être développable en série entière par rapport à h, pour $h<\alpha$; toute série entière en x, $S(x)$, est analytique pour toute valeur de x qui appartient à son intervalle de convergence, d'où résulte que $S(x)$ est uniformément différentiable dans tout intervalle intérieur à son intervalle de convergence; cela est appliqué en particulier aux fonctions circulaires, qui sont déduites des équations fonctionnelles d'addition auxquelles elles satisfont.

On arrive maintenant à l'étude de l'intégrale

$$F(X)=\int_{x_0}^{X} f(x)\,dx,$$

considérée comme fonction de X, x_0 et X appartenant à un intervalle (a,b) dans lequel $f(x)$ est intégrable : dans cet intervalle, F est une fonction continue de X et à oscillation totale limitée, *mais elle n'y a pas forcément une dérivée*; dans le cas très important où $f(x)$ est *continue* dans l'intervalle (a,b), l'intégrale F y est uniformément différentiable, sa dérivée est $f'(x)$, et toute primitive de $f(x)$ assujettie à être uniformément différentiable ne diffère de F que par une constante; on étend ensuite la notion d'intégrale lorsque l'une des limites ou bien l'élément deviennent infinis. Le livre se termine par l'étude importante des développements en série de Fourier, et par l'examen de certaines questions où interviennent des fonctions de plusieurs variables : fonctions composées et implicites, équation différentielle du premier ordre.

Tel est le résumé, très sommaire, de cet important ouvrage : le point de vue duquel il a été écrit est discutable, mais l'intérêt qu'en présente la lecture est très grand; l'auteur a suivi rigoureusement la voie qu'il s'était imposée et il a traité les points les plus délicats en surmontant très heureusement de nombreuses difficultés. Ce livre est une nouvelle preuve de la puissante originalité du savant d'élite dont la Science déplore la perte prématurée.

M. Lelieuvre,
Professeur au Lycée
et à l'Ecole des Sciences de Rouen.

2° Sciences physiques

Duquène (Emile) et **Rouvière** (Ulysse). — **Pratique des essais de Machines électriques à courant continu et alternatif.** — 1 *vol. in-8 de* 362 *pages avec fig.* (*Prix :* 15 *fr.*). *Ch. Béranger, éditeur. Paris*, 1903.

Les auteurs se sont attachés à décrire, au point de vue pratique, l'organisation des essais industriels et leur application aux différentes machines dont on peut se proposer l'essai, soit chez le constructeur, soit chez le client. Les divisions naturelles de leur étude envisagent successivement : la constitution et l'arrangement général de la plate-forme ou du plancher d'essai, les essais de laboratoire, les essais des dynamos à courant continu, génératrices et motrices, les essais des moteurs de tramways, la mesure et la transformation de la puissance, les essais des alternateurs, des moteurs synchrones, des moteurs d'induction et des transformateurs. Les essais particuliers à chaque classe de machines donnent lieu à des exemples et à des modèles de procès-verbaux établis pour servir de guide dans les cas analogues.

Un appendice est consacré à l'examen des clauses et conditions générales qui doivent guider les constructeurs et clients dans l'élaboration des cahiers des charges et dans l'exécution des essais. Enfin, on trouvera données dans le livre, à titre d'indication de ce genre, les spécifications pour l'étalonnage et l'essai des machines électriques adoptées provisoirement par l'Association allemande des Ingénieurs électriciens, au Congrès de Dresde du 28 juin 1901.

L'expérience des auteurs dans le sujet, qu'ils traitent avec une évidente compétence, sera certainement de grand secours à ceux qui consulteront leur ouvrage, en vue d'y trouver un guide pratique pour l'exécution des essais.

P. Letheule.

Bertrand (Gabriel), *chef de service à l'Institut Pasteur.* — **Etude biochimique de la Bactérie du sorbose.** *Thèse de la Faculté des Sciences de Paris.* — 1 *brochure in-8° de* 112 *pages. Gauthier-Villars, éditeur. Paris*, 1904.

On sait depuis longtemps que, chez les organismes inférieurs, les fonctions tendent à se spécialiser, à ce point que parfois il n'en reste plus qu'une qui soit nettement visible : c'est le cas du *Mycoderma aceti*, de la levure de bière et d'une foule d'autres espèces. De semblables effets rappellent les meilleures réactions de la Chimie organique, et il n'est pas douteux que, pour les produire, la cellule vivante met en jeu quelque réactif spécial, équivalent à ceux que nous employons au laboratoire.

En fait, ce réactif est une diastase, et la démonstration qu'en a fournie Buchner n'a fait qu'accentuer davantage la tendance qu'ont tous les biologistes modernes à considérer la vie comme une suite de phénomènes obéissant aux lois de la Physique et de la Chimie générales. Mais, alors que les transformations *in vitro* de la matière organique s'étendent généralement à tous les termes d'une même famille naturelle, pourquoi cette spécialisation de la cellule, si étroite qu'on est tenté de croire que le Mycoderme de Pasteur n'est bon qu'à faire et à détruire de l'acide acétique ? Est-elle réelle ou seulement apparente ?

Et quelle est, d'autre part, la relation, pressentie par Fischer, qui doit exister entre le ferment et le corps fermentescible, pour que celui-ci fermente ?

M. Bertrand répond dans sa thèse à ces questions fondamentales, et l'on peut dire que son étude de la bactérie du sorbose, par l'ampleur et la diversité des enseignements qu'elle nous offre, marque l'une des étapes les plus importantes que la Biochimie ait pu franchir depuis son origine.

La bactérie du sorbose n'est pas une espèce nouvelle : c'est l'ancien *Bacterium xylinum* de Brown, l'un des organismes qui figurent le plus fréquemment dans

la mère du vinaigre; elle appartient donc au groupe des ferments acétiques, mais elle n'est pas seulement capable d'oxyder l'alcool ordinaire; elle s'attaque aussi aux sucres, et alors se révèlent à la fois la multiplicité de ses effets et les causes qui limitent son activité.

M. Bertrand nous la montre d'abord oxydant les polyalcools de tous ordres, depuis la glycérine jusqu'à la perséite et la volémite, homologues supérieurs de la mannite ordinaire; puis il remarque que l'action n'est possible que si les deux premiers ou les deux derniers oxhydryles secondaires de leur chaîne sont voisins, comme dans l'érythrite ou la sorbite naturelles. Alors il se forme une α-cétone, et c'est ainsi que les deux corps précédents donnent le *d*-érythrulose et le *d*-sorbose, dont les deux premiers chaînons sont identiques à ceux que l'on rencontre dans le lévulose ordinaire.

Lorsque cette condition n'est pas réalisée, l'action est nulle : le milieu de culture cesse d'être favorable et la bactérie ne se développe pas.

Ainsi s'explique l'apparition du sorbose dans le vin de sorbes, que l'on croyait autrefois n'être qu'un jeu du hasard, tandis qu'on la provoque à coup sûr par un ensemencement régulier; ainsi arrive-t-on à séparer deux polyalcools stéréo-isomères, tels que la sorbite et l'idite, dont l'un est attaqué et l'autre résiste.

Il y a là évidemment quelque analogie avec les préférences que manifestent les êtres inférieurs, lorsqu'on les alimente avec des substances douées de propriétés optiques inverses; c'est par une méthode de ce genre qu'autrefois Pasteur et, après lui, beaucoup d'autres ont pu dédoubler les racémiques et les différencier des inactifs par nature; mais ces actions sont toujours plus ou moins capricieuses, tandis que celle de la bactérie du sorbose apparaît avec toute la netteté des schémas qui, pour nous, représentent l'architecture des sucres.

Nous savons maintenant quand ceux-ci seront attaqués ou, au contraire, respectés par la bactérie du sorbose, et, réciproquement, cet organisme nous fournira d'utiles renseignements sur la forme géométrique d'un polyalcool encore indéterminé, en sorte qu'il devient un auxiliaire du chimiste, d'autant plus précieux que ses indications sont plus délicates.

La fonction oxydante du *Bacterium xylinum* ne s'arrête d'ailleurs pas là; elle est également capable, comme celle du brome aqueux, de transformer les aldoses en acides monobasiques. Si, enfin, on prolonge l'attaque, il arrive parfois que ceux-ci s'oxydent à leur tour et donnent des acides cétoniques, tel l'acide oxygluconique de Boutroux, que Bertrand a pu reproduire en cultivant la bactérie dans une solution de gluconate de calcium.

L'application de cette méthode a conduit l'auteur à un mode avantageux de préparation de la dioxyacétone et à la découverte de l'érythrite droite; elle lui a permis d'obtenir régulièrement, à partir du *d*-sorbose, un alcool hexatomique, isomère de la *d*-sorbite, qui, d'après son origine, ne peut être que la *d*-idite de Fischer; enfin, elle a fourni des indications sur la structure moléculaire de l'acide oxygluconique, qui ont été plus tard vérifiées par voie chimique, et, par conséquent, doivent être considérées comme définitives.

En résumé, le travail de M. Bertrand se distingue de toutes les monographies microbiennes qui ont été publiées jusqu'à ce jour, parce que, en même temps qu'il nous renseigne sur les produits de la fermentation, il nous fait pénétrer au cœur même de la molécule fermentescible et nous montre, suivant l'heureuse expression de Fischer, la forme des serrures que la clef du *Bacterium xylinum* peut ouvrir.

L'importance d'un pareil résultat n'échappera à personne : c'est le début d'une évolution de la Chimie biologique, à laquelle nous applaudissons sans réserve parce qu'elle ouvre une voie féconde aux chercheurs et nous laisse entrevoir de nouvelles conquêtes dans le domaine encore si mystérieux du chimisme vital.

L. Maquenne,
Professeur au Muséum d'Histoire naturelle,
Membre de l'Institut.

3° Sciences naturelles

Sterns-Fadelle (F.). — **Dominica, a fertile island.** — 1 *vol. in*-8° *de* 30 *pages.* (*Prix* : 1 *fr.* 25). *A. T. Righton, éditeur. Roseau* (*Dominique*), 1904.

Le petit opuscule de M. Sterns-Fadelle nous intéresse par le fait que la Dominique est celle des Antilles anglaises qui se trouve située entre nos deux vieilles colonies de la Guadeloupe et de la Martinique. Elle fut même quelque temps française, pendant la première moitié du XVIIIe siècle, et c'est à l'initiative et à l'énergie de nos colons qu'elle dut le premier développement de son agriculture.

Le café y fut l'une des premières plantes introduites, et, en 1790, la production y atteignait 4 à 5 millions de livres. Puis cette culture déclina pour faire place à celle de la canne à sucre, alors plus rémunérative. Mais quand, à partir de 1858, le prix du sucre vint à baisser sérieusement, la Dominique connut tous les inconvénients de la monoculture et passa par une crise très grave. Elle s'en relève depuis lors peu à peu, et le but de l'auteur est de montrer qu'elle est appelée à reprendre une place prépondérante dans les Indes occidentales, grâce à la richesse de son sol et à la salubrité de son climat.

Au centre de l'île se trouvent une série de plateaux, appelés *Layou Flats*, dont le sol, couvert d'une épaisse couche d'humus et d'une extraordinaire fertilité, conviendrait à une foule de cultures. Le cacaoyer et le citronnier, importés dans l'île au moment du déclin de la canne, donnent déjà une production importante; les arbres à épices et les arbres fruitiers seraient susceptibles d'un grand développement. Les suggestions de M. Sterns-Fadelle, dont plusieurs pourraient être mises à profit par nos colonies voisines, donnent à son intéressant exposé une grande valeur pour nous. L. B.

Zolla (D.), *Professeur à l'Ecole nationale d'Agriculture de Grignon.* — **Dictionnaire manuel illustré d'Agriculture.** — 1 *vol. in*-18 *jésus à deux colonnes, de* 770 *pages avec* 1900 *gravures.* (*Prix* : 6 *fr.*) *Librairie Armand Colin, Paris*, 1904.

Avec la collaboration de MM. Tribondeau, Charvet, Julien et Carré, M. Zolla vient de publier un excellent petit manuel d'Agriculture.

Comme la Médecine, l'Agriculture comprend des applications variées de la science et de l'empirisme. Ce caractère encyclopédique de l'Agriculture se prête particulièrement à un exposé sous forme de dictionnaire, et les dictionnaires d'Agriculture sont nombreux. Mais les auteurs de l'ouvrage qui nous occupe ont eu le grand mérite de condenser en un mémento facile à consulter un grand nombre d'indications utiles contenues dans les agendas, les dictionnaires volumineux ou les traités spéciaux. Certains articles : comptabilité, drainage, champignons, froment, pêcher, vigne, etc., ont été l'objet de développements assez étendus et fort intéressants.

Le livre est bon et la critique ne peut porter que sur de légers détails. Ainsi, dans le remplissage des tranchées de drainage, on se garde de pilonner la terre, celle-ci perdant assez vite sa perméabilité; en outre, on place souvent la terre arable, meuble et filtrante, au fond de la tranchée. Le cubage au cinquième déduit peut être présenté sous une forme plus simple et tout aussi exacte : prendre le cinquième du tour moyen, le multiplier par lui-même et multiplier le résultat par la hauteur.

Le texte est illustré de très nombreuses gravures souvent réunies en tableaux instructifs. Ces gravures sont excellentes, à l'exception peut-être de celles qui représentent le port de certains arbres.

Ces légères réserves étant faites, nous sommes à l'aise pour insister sur les grandes qualités de l'ouvrage : clarté des notices, subdivisions dans les sujets de quelque étendue, précision des détails et sûreté de la docu-

mentation. Ce livre, les praticiens le garderont constamment sur leur table de travail; ils y trouveront des renseignements exacts sur les principaux sujets d'Agriculture, d'Horticulture, de Zootechnie, d'Hygiène, de législation, etc. Bref, le dictionnaire de M. Zolla constitue un *vade mecum* que nous recommandons vivement à toutes les personnes qui s'occupent d'Agriculture.

E. Rabaté,
Ingénieur agronome,
Professeur spécial d'Agriculture.

Le Double (Dr A.-F.), *Professeur d'Anatomie à l'Ecole de Médecine de Tours.* — **Traité des Variations des Os du crâne de l'Homme et de leur signification au point de vue de l'Anthropologie.** *Préface de M. le Professeur* Edmond Perrier. — 1 *vol. gr. in-8° de* 400 *pages avec* 118 *dessins dans le texte par* M. Louis Danty Collas. (*Prix* : 20 *fr.*). *Vigot frères, éditeurs. Paris*, 1904.

Les lecteurs de la *Revue* connaissent le *Traité des variations du Système musculaire* de M. Le Double, dont il a été rendu compte ici même et qui a été si utile aux anatomistes en rassemblant et synthétisant une foule de documents épars sur les anomalies des muscles. L'auteur, continuant son œuvre, dont il s'est fait une sorte de spécialité, nous donne aujourd'hui un *Traité des variations des os du crâne*, qui sera d'ailleurs suivi d'un volume semblable pour les os de la face.

Plus de 360 pages sont consacrées à la description des anomalies des six os du crâne, et 114 dessins reproduisent les principaux cas, soit des observateurs cités, soit de la collection de l'auteur lui-même. Ces chiffres suffisent à montrer l'importance de l'ouvrage. Il est tels paragraphes, comme ceux de la fossette occipitale moyenne, de la suture métopique, qui sont à eux seuls de véritables monographies. Une bibliographie très soignée accompagne constamment le texte, et témoigne d'une érudition qui semblait être, il y a quelques années, le monopole des publications allemandes.

Dans un dernier chapitre de synthèse et de critique, l'auteur propose une classification provisoire des variations osseuses, au point de vue de leur cause : variations par atavisme, dont on a beaucoup exagéré l'importance et la fréquence ; — par impression vasculaire nerveuse, tendineuse ou glandulaire ; — par intercalation d'os supplémentaires, suppléant à une insuffisance dans l'ossification normale ; — par action mécanique, comme dans le métopisme dû à la poussée des lobes olfactifs ou des lobes frontaux ; — par monstruosités produisant des agénésies ou des hypergénésies encore inexplicables.

Conformément aux tendances modernes de la science embryologique, qui a créé la branche nouvelle et déjà singulièrement florissante de la Mécanique du développement, M. Le Double s'efforce d'expliquer un grand nombre de formes crâniennes par des actions physiques individuelles, normales ou pathologiques ; il revient notamment, et avec raison, comme je l'ai soutenu moi-même dans l'Anatomie des centres nerveux, à l'opinion ancienne, obscurcie par les anthropologistes et surtout par Virchow, que c'est le cerveau qui modèle le crâne et non celui-ci qui façonne la masse nerveuse.

Dr A. Charpy,
Professeur d'Anatomie
à la Faculté de Médecine de Toulouse.

4° Sciences médicales

Manson (Patrick). — **Maladies des Pays chauds.** *Traduit de l'anglais par* M. Guibaud *et* J. Brengues. — 1 *vol. in-8° de* 776 *pages, avec* 114 *figures et* 2 *planches en couleur. C. Naud, éditeur, Paris*, 1904.

L'importance considérable que présentent aujourd'hui les questions coloniales et la nécessité, pour les peuples civilisés, de chercher hors de leurs limites continentales de nouveaux débouchés au développement de leur activité et de leur industrie, ont déjà eu pour résultat la création, à Paris, à Bordeaux, à Marseille, à Lyon, à Alger, d'Instituts coloniaux où l'enseignement de la Pathologie exotique a pris une grande place. Comment en serait-il autrement, puisque l'explorateur, le trafiquant, le colon, le médecin, le soldat se trouvent, dès leur arrivée dans les pays chauds, aux prises avec des maladies nouvelles, ou face à face avec des affections cosmopolites, mais dont la physionomie propre est défigurée par les influences climatériques?

L'utilité d'un ouvrage tel que celui de Patrick Manson sur les Maladies des pays chauds n'a donc pas besoin d'être défendue. D'autre part, les recherches originales que l'on doit à ce médecin sur la filariose, le paludisme, etc., lui assignent une compétence particulière dans l'étude des maladies exotiques. Les grandes questions : malaria, lèpre, dysenterie, peste, filariose, y sont exposées avec un développement suffisant pour en bien faire connaître la séméiologie, l'étiologie, le diagnostic, le traitement et la prophylaxie. Il ne faut pas oublier — l'auteur le dit, lui-même, dans sa préface — que cet ouvrage n'est qu'un manuel : on ne saurait donc lui reprocher sa concision voulue.

C'est surtout dans les climats tropicaux et pré-tropicaux que nombre de maladies infectieuses sont communes à l'homme et à certaines espèces animales. Dès lors, le médecin qui veut devenir un praticien doit se doubler d'un naturaliste, avant de chercher à pénétrer l'étiologie de ces affections. Or, ces notions si nécessaires de Parasitologie, Manson les fournit avec une admirable précision. L'évolution de la coccidie malarique, son cycle extrahumain, ses caractères morphologiques dans le sang de l'homme, sont successivement exposés. Manson paraît admettre la classification de l'hématozoaire de Laveran en parasites de la tierce, de la quarte et des fièvres malignes, classification qui a été proposée par Golgi et les médecins italiens. Mais il fait remarquer que cette classification ne peut être considérée comme définitive. Je relève une autre remarque intéressante, relative à l'étiologie du paludisme. D'après Manson, il est fort possible qu'il existe, pour l'hématozoaire, une phase extrahumaine autre que la phase anophélienne. Ce savant fait remarquer que, si l'homme est nécessaire pour l'accomplissement du cycle évolutif complet du parasite, il devient difficile d'expliquer l'abondance excessive de ce dernier dans les pays vierges et inhabités par l'homme. Sans doute, ce parasite est capable de vivre dans plusieurs variétés de Vertébrés, à l'exemple de l'*Halteridium* et du *Proteosoma* des oiseaux, ou bien de passer de moustique à moustique, sans autre intermédiaire. Voilà une réserve qui méritait d'être signalée en ce moment où la théorie de l'infection palustre par les moustiques est à peu près la seule admise et où, suivant Grassi, le moustique lui-même ne peut s'infecter qu'en ingérant du sang de paludéen.

Tous les chapitres de ce remarquable ouvrage sont, du reste, étudiés avec la même hauteur de jugement, et, si l'on s'aperçoit que Manson a, plus d'une fois, laissé de côté les travaux étrangers, principalement ceux qui viennent de chez nous, on ne peut, cependant, reprocher à cet auteur d'avoir marqué son livre d'une empreinte trop personnelle, à une époque où les publications témoignent assez souvent d'un défaut opposé.

C'est sur l'édition de 1900 que MM. Guibaud et Brengues ont traduit en français l'ouvrage de M. Manson. C'est dire que l'exposé de certaines questions, telles que celles des trypanosomiases, des piroplasmoses humaines, de la dysenterie bacillaire, n'est pas au courant des découvertes parues depuis quatre ans. Il est donc désirable qu'une édition nouvelle vienne mentionner les notions apportées à l'étiologie de certaines maladies des pays chauds, pendant ces dernières années.

Dr H. Vincent,
Professeur à l'Ecole d'application du Val-de-Grâce.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 27 Juin 1904.

M. **L. Maquenne** est élu membre de la Section d'Economie rurale, en remplacement de M. Duclaux, décédé. — M. **Waldeyer** est élu Correspondant de la Section d'Anatomie et Zoologie.

1° Sciences mathématiques. — M. **L. Raffy** démontre la proposition suivante : Si l'on considère toutes les sphères qui passent par un point fixe et qu'on prenne leurs inverses par rapport à un point fixe situé à distance nulle du premier, toutes ces sphères inverses ont leurs centres sur un plan isotrope qui ne contient pas le pôle d'inversion. — M. **J. Clairin** présente ses recherches sur une classe d'équations aux dérivées partielles du second ordre. — M. **E. Jouguet** montre que, dans les gaz, l'onde du choc doit se propager en s'altérant, c'est-à-dire avec une vitesse variable, résultat conforme aux expériences de M. Vieille. — MM. **H. Hervé** et **H. de La Vaulx** ont construit une nouvelle hélice aérienne, formée de quatre ailes en aluminium poli à bords tranchants, réunies en deux paires au moyen d'entretoises ; ils ont obtenu de bons résultats. — M. **G. Bigourdan** a fait des essais de transmission de l'heure à distance au moyen de la télégraphie électrique sans fil, et a obtenu de bons résultats préliminaires dans un rayon de 2 kilomètres.

2° Sciences physiques. — M. **R. Blondlot** décrit quelques perfectionnements apportés au procédé photographique pour enregistrer l'action des rayons N sur une petite étincelle électrique : concentration des rayons avec une lentille d'aluminium, développement en bain lent, etc... — Le même auteur, par l'action des forces magnétique et électrique sur l'émission pesante, a reconnu qu'elle est composée de trois sortes de particules : 1° non électrisées ; 2° électrisées positivement ; 3° électrisées négativement. — M. **E. Bouty** a constaté que la cohésion diélectrique de la vapeur de mercure est remarquablement petite (les 0,85 de celle de l'air). — MM. **A. Cotton** et **H. Mouton** montrent que les phénomènes de transport dans le courant des particules ultra-microscopiques s'expliquent par la superposition du déplacement des particules dans le liquide et du mouvement du liquide lui-même au voisinage des parois solides (osmose électrique). — M. **R.-W. Wood** décrit un nouveau procédé de photographie trichrome. — M. **L. Teisserenc de Bort** signale les principaux résultats des observations de la Station franco-scandinave de sondages aériens à Hald (Danemark). — MM. **H. Moissan** et **O'Farrelley** ont reconnu que les lois qui président au fractionnement de deux liquides par distillation s'appliquent à l'ébullition d'un mélange de métaux à très haute température. — M. **M. Berthelot** montre, par de nombreuses expériences, l'extrême aptitude du cyanogène à former des produits polymérisés et condensés, dont la progression est indéfinie, et qui résultent de son association avec les corps réputés propres à le dissoudre, tels que l'eau, l'alcool, le cyanure de potassium. — M. **D. Gernez** a étudié les deux variétés rouge et jaune d'iodure thalleux ; la température de transformation est voisine de 168°. Mais les deux variétés peuvent présenter des retards à la transformation. — M. **V. Thomas**, en décomposant le nitrate thalleux vers 450°, a obtenu de l'anhydride azoteux et du sesquioxyde cristallisé, sans trace de nitrite. Le nitrite se décompose de même en anhydride azoteux et protoxyde de thallium. — M. **V. Auger**, en réduisant le méthylarsinate de sodium par l'hypophosphite et l'acide sulfurique, a obtenu le méthylarsenic $(CH^3As)^4$, huile jaune pâle très dense, très soluble dans le benzène. L'iodure de méthyle s'y combine en donnant CH^3AsI^2 et $(CH^3)^4AsI$. — M. **C. Marie** a obtenu toute une série nouvelle d'acides phosphorés en faisant réagir soit les aldéhydes sur les acides monocétoniques $RC(OH)R'PO^2H^2$, soit inversement les acétones sur les acides monoaldéhydes $R.CH(OH).PO^2H^2$; ce sont des acides dialdéhydiques mixtes $R.CH(OH).R'CH(OH)PO^2H$. — M. **M. Descudé**, en faisant réagir l'oxyde de méthyle bichloré sur l'éthylate de sodium, a obtenu l'éther $C^2H^5O.CH^2.O.CH^2.OC^2H^5$, liquide incolore bouillant à 140°. — MM. **A. Haller** et **F. March** ont préparé les éthers allyliques du bornéol, du menthol, du β-méthylcyclohexanol et du linalool. Ils possèdent tous un pouvoir rotatoire plus élevé que celui des alcools actifs mis en expérience. — MM. **L. Bouveault** et **Gourmand** ont réalisé la synthèse totale du rhodinol. L'acide géranique synthétique est réduit par Na et l'alcool et donne l'acide rhodinique, dont l'éther éthylique, réduit à nouveau par Na et l'alcool, fournit le rhodinol racémique. — M. **R. Delange** a préparé deux homologues de la pyrocathéchine : l'éthylpyrocatéchine, Eb. 157°-160° sous 19 millimètres, et l'isopropylpyrocatéchine, Eb. 270°-272°. — M. **J. Schmidlin** a obtenu à basse température des composés des sels normaux triacides des rosanilines avec 4 mol. d'AzH^3, qu'il considère comme des chlorhydrates de tétramino-cyclohexanerosanilines. — M. **G. André** poursuit l'étude de la variation des matières minérales pendant la maturation des graines. — MM. **Eug. Charabot** et **Al. Hébert** ont constaté que le mélange des acides organiques des diverses parties de la plante est d'autant plus riche en produits à faibles poids moléculaires que l'organe considéré fixe plus énergiquement l'oxygène dans ses tissus. — M. **P. Petit** montre que le pouvoir diastasique d'un malt peut être augmenté en amenant l'acidité de l'infusion au point qui répond à la coagulation par la chaleur, ce qui peut être obtenu le plus souvent par une addition de soude. — MM. **Ch. Porcher** et **Ch. Hervieux** ont étudié le chromogène urinaire dû aux injections sous-cutanées de scatol ; il paraît identique aux matières colorantes connues sous le nom d'uroroséine, de purpurine, d'urohématine, etc. — M. **N. C. Paulesco** a constaté que les doses limites minima des sels des métaux alcalins qui, agissant sur une même quantité de levure de bière, produisent un même effet (empêchement de la production de CO^2) sont proportionnelles aux poids moléculaires.

3° Sciences naturelles. — M. **A. Chauveau** montre que l'accroissement de la dépense consacrée au travail intérieur des muscles suit très sensiblement l'accroissement de la charge. — M. **Ch. Henry** pense qu'il n'est pas possible de tirer actuellement des recherches de M. Chauveau aucune relation entre le travail statique du muscle et l'énergie mise en jeu. — M. **Aug. Charpentier** décrit une méthode de résonance pour la détermination de la fréquence des oscillations nerveuses. Sur les nerfs sains, il a trouvé des chiffres variant entre 800 et 860. — MM. **L. Jammes** et **H. Mandoul** montrent que les troubles, d'ailleurs exceptionnels, produits par les Vers intestinaux vulgaires ne proviennent pas de propriétés toxiques de ces derniers, mais plutôt d'actions mécaniques (irritation). — M. **C. Viguier** signale de nouveaux exemples de développements anormaux sans fécondation qui semblent indépendants des conditions du milieu. — M. **L'Eost**, commandant de la *Décidée*, a observé dans la baie d'Along un animal qui répond à la description du serpent de mer. — M. **P. Becquerel** montre qu'on peut extraire la totalité de l'eau et des

gaz de la graine de pois à travers le cotylédon et le tégument.

Séance du 4 Juillet 1904.

M. **Fliche** est élu Correspondant dans la Section d'Economie rurale.

1° Sciences mathématiques. — M. **Em. Picard** présente ses recherches sur certaines équations fonctionnelles et sur une classe de surfaces algébriques qui s'y rattachent. — M. **H. Lebesgue** démontre que toute fonction définie analytiquement est représentable analytiquement. — M. **Em. Martin** montre que, si les plans tangents à quatre réseaux conjugués à une congruence se coupent constamment suivant une même droite, le rapport anharmonique des points qui décrivent ces réseaux reste constant. — M. **W. Stekloff** signale une égalité générale commune à toutes les fonctions fondamentales. — M. **H. Hervé** indique les essais qu'il a tentés en vue d'assurer la stabilisation de route des ballons dirigeables.

2° Sciences physiques. — M. **R. Blondlot** a constaté qu'un grand nombre de métaux qui projettent une émission pesante à l'état ordinaire deviennent inactifs lorsqu'ils sont bien nettoyés. Tous les liquides sont actifs. — M. **J. Becquerel** a observé une analogie frappante entre les actions produites sur une surface phosphorescente par les rayons N et les rayons β, ainsi que par les rayons N_1 et les rayons α. — M. **E. Solvay** montre la possibilité de la coexistence de deux températures voisines très différentes que nos instruments de mesure ne peuvent différencier. — M. **H. Arctowski** déduit de ses observations que la moyenne annuelle de la variabilité interdiurne de la température, dans la région d'hivernage de la *Belgica*, a été de 3°3, chiffre remarquablement élevé. — M. **L. de Saint-Martin** propose une méthode de détermination de petites quantités de CO dans l'air par agitation de cet air avec du sang de chien très frais et examen spectrophotométrique de ce dernier. — MM. **A. Jaquerod** et **S. Bogdan** ont déterminé le poids atomique de l'azote par décomposition du protoxyde d'azote au moyen d'un fil de fer incandescent et mesure du volume d'azote formé. La valeur moyenne des résultats est 14,019 (O = 16). — MM. **Guinchant** et **Chrétien** ont obtenu, par refroidissement brusque des vapeurs de trisulfure d'antimoine, une modification allotropique lilas qui est la forme stable à haute température; sa chaleur de formation est plus faible que celle du sulfure noir, forme stable à basse température. — M. **C. Hugot**, en faisant réagir à basse température AzH^3 sec sur les trihalogénures d'arsenic, a obtenu de l'amidure d'arsenic $As(AzH^2)^3$. Celui-ci fournit par décomposition à chaud l'imidure $As^2(AzH)^3$ et l'azoture d'arsenic AsAz. — M. **E. Jungfleisch** a dédoublé l'acide lactique inactif de fermentation en ses composants actifs par cristallisation fractionnée de ses sels de quinine. — M. **J. L. Hamonet** a préparé le glycol pentaméthylénique $OH(CH^2)^5OH$, Eb. 238-239°, à partir du dibromopentane par l'intermédiaire de la diacétine; par l'action de KCAz sur le diiodopentane, il a obtenu, d'autre part, le nitrile pimélique $AzC(CH^2)^5CAz$, Eb. 175-176 sous 14 millimètres. — M. **C. Béis** pense que les produits de l'action des dérivés organo-magnésiens sur la phtalimide ne sont pas des iso-indolones, mais des phtalimidines. — M. **P. Brenans** : Composés iodés obtenus avec la métanitraniline (voir p. 713). — M. **G. Blanc** : Nouvelle synthèse de l'acide αα-diméthyladipique (voir p. 668). — M. **H. Henriet** est amené à supposer que la formaldéhyde de l'air atmosphérique existe en partie sous forme d'une combinaison qui serait peut-être le méthylal. — MM. **A. Haller** et **A. Guyot** ont obtenu le dihydrure d'anthracène triphénylé par action du bromure de phénylmagnésium sur l'acide triphénylméthane-*o*-carbonique. Le dérivé γ-hydroxylé du précédent se prépare par action du même bromure sur la diphénylanthrone. — M. **F. Garros** a préparé une porcelaine d'amiante poreuse qui se prête à diverses applications. — MM. **G. Rivière** et **G. Bailhache** ont constaté la présence de l'hydroquinone dans les bourgeons de poirier.

3° Sciences naturelles. — M. **A. Chauveau** montre que, si l'étendue des contractions dynamiques et l'amplitude des mouvements qu'elles déterminent ne subissent aucun amoindrissement, la multiplication des mises en train du travail intérieur du muscle est une condition très avantageuse parce qu'elle tend à porter à son maximum utile la longueur du parcours effectué par les charges dans l'unité de temps. — M. **A. Laveran** a constaté que le *trypanroth*, employé dans les trypanosomiases, est moins actif que l'acide arsénieux; néanmoins, il pourra rendre des services, associé à ce dernier. — M. **F. Marceau** a constaté que les fibres à fibrilles spiralées sont plus aptes que les fibres à fibrilles parallèles à produire soit des mouvements rapides, soit des mouvements étendus. — M. **A. Gruvel** élucide quelques points de l'anatomie des Cirrhipèdes. — M. **Alph. Labbé** a reconnu que le spermatozoïde, soustrait au pouvoir phagocytaire du cytoplasme ovulaire non mûr, au karyotactisme dans le cytoplasme ovulaire mûr, est susceptible de pouvoir subir sur lécithine sa transformation en noyau spermatique. — M. **G. Coutagne** signale quelques exemples de polychromie polytaxique florale des végétaux spontanés. — M. **Aug. Chevalier** montre la possibilité de cultiver en grand le coton au Sénégal et au Soudan, dans les zones saharienne et soudanienne, à condition de créer une race de coton bien adaptée au pays. — M. **H. Jacob de Cordemoy** montre que, chez les Poivriers, comme pour le Vanillier, les racines aériennes sont associées en symbiose avec des mycorhizes, qui en favorisent la végétation. — M. **J. Eriksson** a observé, dans la rouille jaune du blé et de l'orge, une phase protomycélium, dérivant du mycoplasma et précédant la forme mycélienne parfaite. — MM. **P. Viala** et **P. Pacottet** ont isolé le champignon qui produit l'anthracnose de la Vigne, le *Sphaceloma ampelinum*, et l'ont cultivé sur divers milieux; ils en décrivent le développement. — M. **Grand'Eury** expose les raisons qui le portent à admettre que les *Alethopteris*, *Nevropteris*, *Odontopteris*, *Linopteris*, etc., ont mûri des graines et sont des Cycadinées primitives à frondes de fougères.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 21 Juin 1904.

L'Académie procède à l'élection de deux correspondants dans la Division de Médecine. MM. **Morat** (de Lyon) et **Tourneux** (de Toulouse) sont élus.

M. F. Raymond présente un Rapport sur un travail du Dr **Darier** relatif à l'action analgésiante et névrosthénique du radium à doses infinitésimales et inoffensives. Le radium, à faible dose, montre surtout une action anesthésiante sur les douleurs liées à des névralgies rebelles. — M. Sevestre présente un Rapport sur un travail de Mme **de Kachpérov-Macaigne** : Application de l'hygiène à l'enseignement. — M. Huchard communique un Rapport sur un travail de M. **Laussedat** relatif à l'action hypertensive ou hypotensive des bains carbogazeux suivant leurs modes d'emploi. On obtient de l'hypertension en donnant d'emblée ces bains très gazeux et très courts; de l'hypotension en les donnant toujours à la température de la peau, privés de gaz au début et progressivement gazeux ensuite. L'action du bain est toujours antitoxique et éliminatrice. — M. **Grancher** a examiné les enfants des écoles de garçons et de filles de la rue de l'Amiral-Roussin, à Paris. Sur 438 garçons, 62 (soit 14 %) ont été reconnus atteints, à des degrés divers, de lésions tuberculeuses ou fortement suspectes; sur 458 fillettes, 79 (soit 17 %) ont été reconnues malades. Au moyen d'une subvention de la Caisse des Ecoles, les garçons atteints ont reçu, à l'école, un repas de suralimentation. Il y aurait lieu de généraliser cette mesure et d'envoyer la plupart des enfants atteints à la campagne. — M. le Dr **H. Vin-**

cent lit un Mémoire intitulé : Contribution à l'étude du tétanos dit médical ou spontané; influence de la chaleur.

Séance du 28 Juin 1904.

M. le Président annonce le décès de M. **Mordret**, Correspondant national.

M. Ch. Périer présente un Rapport sur un Mémoire du Dr **Triboulet**, qui désirerait voir établir dans chaque chef-lieu de canton l'outillage nécessaire à la production des rayons X, afin de faire bénéficier de ce traitement les cancéreux indigents du canton. — M. **Delorme** présente le Rapport sur le concours pour le Prix Larrey. — M. Hallopeau communique un Rapport sur un travail de M. **Bissérié** relatif à deux cas d'épithélioma de la langue, traités par la radiothérapie et qui paraissent définitivement guéris. — M. **Lancereaux** signale quatre cas de diabète pancréatique qui, malgré leur diversité, sont tous caractérisés par le fait que les follicules où îlots de Langerhans sont, ou totalement détruits, ou gravement lésés. Il semble y avoir une relation définie entre ces lésions et la maladie. — M. **Vidal** a dressé la statistique des enfants tuberculeux hospitalisés au sanatorium Renée Sabran, à Hyères, et a constaté une proportion beaucoup plus forte de fillettes que de garçons tuberculeux. — M. **Guglielminetti** lit une Note sur l'hygiène de la voirie.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 11 Juin 1904.

M. **J.-E. Abelous** montre que les troubles consécutifs à la destruction des glandes surrénales sont d'origine musculaire. Les grenouilles dont on a enlevé les glandes surrénales prennent une teinte plus foncée qu'à l'état normal. — M. **P. Salmon** a provoqué expérimentalement chez le singe l'infection syphilitique de la cornée, prouvée par le temps d'incubation et l'examen histologique. Il a obtenu également un chancre induré typique de la conjonctive avec adénopathie sous-maxillaire du même côté. — Mlle **A. Drzewina** a constaté la non-spécificité des cellules granuleuses du rein de l'*Acipenser sturio*. — MM. **M. Doyon** et **N. Kareff** ont étudié l'action comparée des injections d'atropine, de pilocarpine et d'hyosciamine chez l'animal. — M. **Ch.-A. François-Franck** a appliqué à l'étude de l'innervation motrice du larynx sa méthode de photographie instantanée associée à l'exploration graphique. Il précise l'effet que les crico-thyroïdiens exercent sur le cartilage cricoïde. — MM. **Le Play** et **Corpechot** montrent que le grand épiploon constitue, pour la cavité abdominale, une sorte de balai, une véritable défense motrice. — MM. **A. Gilbert** et **P. Lereboullet** ont reconnu que les hémorroïdes sont d'origine hépatique. — M. **A. Dobrovici** a observé qu'il existe chez les vieillards une proportion plus grande de leucocytes à noyau polymorphe que chez l'adulte. — M. **J. Lesage** étudie les phénomènes toxiques provoqués par l'ingestion du naphtol : salivation abondante, larmoiement, éternuements, difficulté de la respiration, etc. — Mme **Girard-Mangin** et M. **V. Henri** étudient l'agglutination des globules rouges par la ricine. — M. **C. Phisalix** montre que l'immunité des vipères et des couleuvres pour leur propre venin doit être attribuée à la présence, dans le sang, d'une antitoxine libre qui neutralise le venin injecté à mesure qu'il pénètre dans la circulation. — M. **E. Maurel** a reconnu que la diminution du poids du cobaye, sous l'influence du vêtement, ne doit pas être attribuée au tassement de sa toison. — Le même auteur a observé que, depuis la naissance jusqu'à l'âge adulte, nous avons toujours de 5 à 4 centimètres carrés de section thoracique pour 1 décimètre carré de surface cutanée; la première s'adapte à la seconde. — MM. **Aubertin** et **Beaujard** ont constaté que la radiothérapie de la région splénique provoque, dans la leucémie myélogène, une diminution du nombre des leucocytes. — MM. **Ambard** et **Beaujard** montrent que certains lymphagogues ont une action concentratrice du sang ou hydrémiante des tissus, souvent très intense. — MM. **C. Delezenne** et **E. Pozerski** ont reconnu que la sécrétine préexiste sous sa forme définitive dans la muqueuse intestinale et qu'il est nécessaire, pour l'obtenir en solution, d'avoir recours aux agents capables de détruire ou de paralyser la substance empêchante qui passe avec elle dans les liquides de macération.

Séance du 18 Juin 1904.

M. **Al. Werner** décrit un nouveau procédé pour exalter la virulence du bacille typhique. — M. **J.-E. Abelous** a constaté que le suc de pomme de terre renferme une diastase oxydo-réductrice, mais n'agissant que dans certaines conditions. — MM. **A. Rodet**, **Lagriffoul** et **Aly Wahby** communiquent de nouvelles recherches confirmant l'existence d'une toxine typhique diffusible. — M. **Ed. Retterer** montre que les conditions de nutrition locales ou générales suffisent pour changer l'évolution d'une seule et même cellule épithéliale ; suivant les circonstances, le revêtement épithélial prend des caractères indifférents, ou bien les cellules évoluent en éléments cornés ou muqueux, ou encore dégénèrent en masses multi-leucocytaires. — Mlle **Ch. Philoche** apporte une nouvelle preuve de la constance de la maltase, et, avec M. **V. Henri**, montre que l'action retardatrice du glucose est très faible pour la maltase de même que pour l'invertine. — M. **P. Lesne** est amené à pressentir l'existence d'une seconde génération annuelle de la mouche de l'asperge. — M. **P. Abric** estime que seule une action chimique du nématoblaste semble pouvoir expliquer le fonctionnement du nématocyste chez les Cœlentérés. — M. **M. Lœper** considère la cellule choroïdienne comme une cellule glandulaire; son aspect granuleux, les corps muriformes qu'elle contient, la rapprochent même de certaines cellules de l'hypophyse. — M. **G. Mioni** a étudié les modifications de la pression artérielle chez le lapin à la suite de l'injection des globules sanguins de différentes espèces animales. — M. **J. Lefèvre** : Quelques conséquences de l'application de la formule de Chauveau aux êtres vivants. — MM. **H. Bierry** et **A. Mayer**, par l'étude des troubles physiologiques comme des lésions histologiques que présentent les chiens ayant reçu des injections de sang hépatotoxique, sont amenés à affirmer la spécificité de son action. — M. **E. Maurel** a constaté que le vêtement porté par le cobaye un jour sur deux trouble les phénomènes chimiques de la digestion et augmente la quantité des matières fécales le jour où l'animal est couvert. — MM. **Le Play** et **Corpechot** ont préparé un sérum ophtalmotoxique par injections, au lapin ou au cobaye, de macérations d'yeux de cobayes ou de lapins. — M. **Malloizel** a observé que l'ingestion de grandes quantités de substances quelconques provoque, chez le chien à nerfs gustatifs coupés, une salivation relativement abondante et visqueuse, débutant avec la mastication, mais surtout intense pendant la déglutition. — M. **J. Lesage** a reconnu qu'après ingestion de naphtol on retrouve ce corps dans l'urine; dans les jours qui suivent, il y a grand excès d'urobiline dans l'urine. Le noir animal constitue un excellent contre-poison du naphtol donné par ingestion. — M. **P. Thaon** a constaté qu'il n'y a pas parallélisme entre les modifications du liquide céphalo-rachidien et les troubles nerveux dans la variole. — M. **A. Marie** signale quelques propriétés du sérum anti-rabique. — MM. **M. Garnier** et **G. Sabareanu** ont observé que, dans la pneumonie, le poids du malade se maintient pendant la fièvre, diminue au moment de la défervescence et remonte pendant la convalescence. Ces variations sont en relation avec la rétention de l'eau et des sels. — M. **J. Villard** a reconnu que la matière colorante de la soie verte n'est pas du tout identique à la chlorophylle. — MM. **Cl. Gautier** et **J. Villard** ont trouvé dans les téguments des Aplysies un pigment vert-jaune se rapprochant de la chlorophylle par cer-

taines propriétés, mais s'en séparant nettement par l'absence des bandes d'absorption caractéristiques de cette dernière. — M. **Bardel** a constaté que la pression osmotique animale égale la pression barométrique et varie comme elle. La température d'un animal est celle qu'il faut donner à sa concentration moléculaire pour que sa pression osmotique égale la pression barométrique. — M. **F. Battelli** a observé que le contenu des globules de chien, de chat, de bœuf, de lapin, injecté dans les veines du lapin, n'est pas toxique pour cet animal. Ces globules ne sont pas hémolysés par le sérum de lapin. Le contenu des globules de porc, de mouton, de rat est toxique; ces globules sont hémolysés par le sérum de lapin.

Séance du 25 Juin 1904.

M. **A. Giard** montre que les migrations de Harengs du sud de la Mer du Nord dans le Pas-de-Calais ont pour conséquence un mélange périodique de la race de la Mer du Nord avec celle du Pas-de-Calais, empêchant une différenciation plus grande de ces deux races. — Le même auteur poursuit l'étude de la faunule caractéristique des sables à diatomées d'Ambleteuse. Il décrit trois Gastrotriches nouveaux : le *Chaetonotus marinus*, le *Zelinkia plana* et le *Philosyrtis monotoides*. — MM. **Ch. Achard** et **G. Paisseau** ont observé que la rétention de l'urée dans les tissus de l'organisme peut entraîner une rétention secondaire des chlorures. — M. **J. Renaut** a reconnu que les cellules fixes des tendons de la queue du jeune Rat sont toutes des cellules conjonctives rhagiocrines. — M. **A. Laveran** a examiné les Culicides recueillis dans les régions du Tchad et du Chari par le Dr Decorse. Les *Anopheles* abondent; toutefois, au Fort Archambaut, l'espèce prédominante est une *Mansonia*. — Le même auteur a déterminé également des lots de Culicides provenant du Haut-Tonkin. Les *Anopheles* (*A. sinensis* et *A. Vincenti*) y sont très fréquents. — MM. **V. Henri** et **L. Malloizel** ont constaté que l'agglutination des bacilles typhiques par l'hydrate ferrique colloïdal se comporte d'une façon très analogue à l'agglutination des globules rouges. — MM. **J. Nicolas** et **Dumoulin** ont observé que la splénectomie provoque, chez le chien, une augmentation du nombre des globules blancs persistant assez longtemps après l'opération. Il y a diminution prolongée des lymphocytes. — M. **Ed. Retterer** a reconnu qu'un seul décollement sous-cutané du tégument externe détermine une infiltration sanguine et la régression des éléments conjonctifs avoisinant la solution de continuité. — M. **P. Carnot** a constaté que l'épithélium vésical est susceptible de se greffer. Ces greffes déterminent, probablement par suite de l'impossibilité de l'épithélium muqueux de s'accoler à lui-même, la formation de cavités kystiques, entièrement tapissées d'épithélium vésical. — MM. **P. Carnot** et **P. Amet** montrent que l'action de la pilocarpine sur les échanges salins intestinaux est l'inverse de celle des anesthésiques, ceux-ci diminuant la rapidité de l'absorption aqueuse et saline, alors que la pilocarpine augmente la vitesse d'absorption aqueuse. — M. **Aug. Pettit** signale un cas de leucoplasie vaginale chez une guenon mone. — MM. **Aug. Pettit** et **F. Geay** ont étudié la glande à musc du Caïman; c'est une invagination de l'ectoderme dont les caractères essentiels persistent encore; sa sécrétion consiste en l'accumulation de cellules ayant subi une métamorphose graisseuse spéciale. — M. **A. Trillat** : Présence de la formaldéhyde dans l'air. — M. **P. Marchal** a reconnu que l'intestin moyen se forme, chez les *Platygasters*, par une grande invagination dorsale prenant naissance au niveau du hile. — M. **G. Froin** a observé dans les épanchements sanguins des séreuses : une coloration jaune clair due à la lutéine ou sérochrome, une coloration rosée due à l'hémoglobine et une coloration jaune foncé due aux pigments biliaires. Ces trois réactions pigmentaires se superposent assez étroitement à l'afflux de trois sortes d'éléments leucocytaires : lymphocytes, neutrophiles et éosinophiles. — MM. **A. Chassevant** et **M. Garnier** ont constaté que la toxicité des crésols est supérieure à celle du toluène et des xylènes. L'*o*-crésol est moins toxique que le phénol; le *m*- et le *p*-crésol sont plus toxiques.

M. **M. Nicloux** est élu membre titulaire de la Société.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séance du 7 Juin 1904.

M. **J. Chaine** estime qu'il existe une étroite parenté entre les muscles cératoglosse et hyoglosse droits chez les Oiseaux. — M. **Ch. Pérez** met en évidence la digestion intra-cellulaire des sarcolytes dans l'histolyse nymphale des Muscides.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE MARSEILLE

Séance du 13 Juin 1904.

M. **Aug. Charpentier** signale la persistance d'émission des rayons N après la mort chez la grenouille desséchée. — Le même auteur a constaté que les sensations de chaud ou de froid sont augmentées par l'approche d'une source de rayons N et diminuées par son éloignement. Les sources de rayons N_1 donnent lieu à des phénomènes contraires. — M. **L. Cuénot** cherche à expliquer le fait paradoxal que le croisement des souris albinos ordinaires avec des souris valseuses, toutes deux à yeux rouges, donne toujours des souris à yeux noirs. — M. **L. Mercier** a reconnu, chez le jeune chat, que la présence de taches blanches dans la fourrure est en rapport avec un grand développement du tissu adipeux. — M. **Th. Guilloz** a obtenu le relief stéréoscopique par la vision consécutive d'images monoculaires. — Le même auteur signale une réaction électrique des nerfs et des muscles restés longtemps inactifs, caractérisée par ce fait qu'il faut un courant très notablement plus fort pour provoquer la première contraction que les consécutives.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 17 Juin 1904.

M. **Fortin** présente ses recherches sur *la déviation électrostatique des rayons magnétocathodiques*. Quand on place un tube de Crookes en activité dans un champ magnétique progressivement croissant, on voit d'abord les rayons cathodiques s'enrouler en hélice autour du champ magnétique, suivant les lois connues; puis, brusquement, pour une certaine valeur du champ, on voit apparaître des rayons qui dessinent le tube de force magnétique issu de la cathode. M. Villard a montré que ces rayons, auxquels il a donné le nom de *rayons magnétocathodiques*, ne paraissent pas transporter de charges électriques, et que, *dans un champ électrostatique perpendiculaire à leur direction, ils sont déviés perpendiculairement à ce champ électrique*. L'interprétation de ces faits est difficile; mais, quelle que soit la nature vraie des rayons magnétocathodiques, on peut montrer qu'ils se comportent vis-à-vis du champ électrostatique comme le feraient des rayons cathodiques ordinaires enroulés autour des lignes de force magnétique en hélice de rayon très petit. La formule à laquelle arrive l'auteur montre que la rotation est proportionnelle au champ électrostatique, en raison inverse du champ magnétique, et qu'elle change de sens en même temps que chacun d'eux. Tout cela est d'accord avec les observations de M. Villard sur les rayons magnétocathodiques. Le sens de la déviation est aussi conforme à la règle trouvée expérimentalement. Enfin, la concordance subsiste également pour l'ordre de grandeur des phénomènes. Il faut remarquer que, dans cet ordre d'idées, il n'y aurait pas identité complète entre la déviation magnétique d'un rayon cathodique ordinaire et la déviation électrostatique d'un rayon magnétocathodique. En effet, un rayon cathodique rectiligne, placé dans un

champ magnétique uniforme perpendiculaire à sa direction, se recourbe en arc de cercle. Au contraire, un rayon cathodique spiral, placé dans un champ électrostatique perpendiculaire à sa direction, ne subirait qu'une espèce de réfraction à son entrée dans le champ électrique, accompagnée d'une petite translation parallèle au champ, et il continuerait ensuite à s'y propager en ligne droite. Des considérations analogues peuvent être développées relativement à la formation même des rayons magnétocathodiques. M. **P. Villard** reconnaît que cette théorie aurait le grand avantage d'expliquer sans hypothèse nouvelle la déviation électrique des rayons magnétocathodiques et leur grande analogie avec les rayons cathodiques. — M. Berlemont présente, au nom de M. **A. Turpain**, un *nouveau dispositif d'appareil pour nettoyer le mercure*. L'appareil est construit de telle façon que le mercure traverse en gouttelettes fines un premier récipient contenant de l'acide azotique dilué et de l'azotate de mercure, où il se trouve purgé de ses impuretés; ensuite, il passe dans un second récipient qui contient de l'acide sulfurique pur, où il est déshydraté, puis enfin dans un troisième récipient qui contient de la potasse pour neutraliser l'acide. Le mercure, tombant ensuite dans un flacon inférieur, est rappelé au sommet de l'appareil au moyen d'un remontage automatique, fonctionnant au moyen de la trompe à eau, et repasse à nouveau dans les trois récipients. Au bout d'un certain temps de cette manœuvre automatique, le mercure est suffisamment propre et sec pour pouvoir être employé à différents usages en Physique. L'appareil est facilement démontable pour que le nettoyage puisse se faire aisément. — M. Cotton présente, au nom de M. **Ch. Maurain**, les résultats d'expériences sur *l'étude et la comparaison des procédés de réduction de l'hystérésis magnétique*. Les courbes d'aimantation obtenues à champ magnétisant croissant ou décroissant sont différentes et forment la boucle d'hystérésis bien connue. En superposant à l'action du champ magnétisant une action auxiliaire, on peut réduire et même supprimer complètement l'hystérésis, c'est-à-dire obtenir une courbe d'aimantation réversible, la même à champ croissant ou décroissant. M. Maurain s'est proposé de chercher si plusieurs procédés de réduction de l'hystérésis, appliqués au même noyau magnétique dans les mêmes conditions, donnent la même courbe d'aimantation; si l'expérience avait répondu affirmativement, on aurait obtenu ainsi une courbe normale d'aimantation définissant l'intensité d'aimantation comme fonction du champ magnétisant. Il a commencé par étudier les conditions où réussit l'application des différents procédés suivants : 1° *Procédés où l'action auxiliaire est électromagnétique* : A, Champ alternatif de même direction que le champ magnétisant, et de fréquence ordinaire (70 à 80); B, Courant alternatif parcourant le fil étudié, c'est-à-dire champ magnétique transversal, de fréquence ordinaire; C, champ oscillant, de fréquence 10^6 à 10^7; D, courant oscillatoire, du même ordre de fréquence, parcourant le fil. Toutes ces actions électromagnétiques doivent être mises en jeu *à intensité décroissante* après chaque variation du champ magnétisant; on doit d'abord leur donner une amplitude dépendant de la nature du noyau magnétique, puis faire décroître cette amplitude jusqu'à 0, pour que la seule action qui s'exerce à la fin soit celle du champ magnétisant actuel. A et B peuvent s'appliquer à des échantillons de fer ou d'acier (non trempé) assez épais, la localisation superficielle du champ ou du courant alternatif étant peu prononcée à cette fréquence; C et D sont plus énergiques et réussissent même avec l'acier trempé, mais ne peuvent s'appliquer qu'à des échantillons très minces, à cause de la localisation superficielle, intense à ces fréquences. 2° *Actions mécaniques*. On n'a pu obtenir la réduction à peu près complète de l'hystérésis, par des chocs, que pour deux tiges de fer doux assez épaisses. En appliquant alors successivement ces divers procédés aux mêmes échantillons, on obtient des courbes réversibles qui ont la même allure, c'est-à-dire qui montent rapidement à partir de l'origine et ne présentent pas de point d'inflexion, mais *qui sont nettement différentes*; elles se placent dans le même ordre pour tous les échantillons étudiés : C donne la courbe la plus élevée; puis D, un peu au-dessous de C; puis B et enfin A. Quant aux courbes correspondant aux actions mécaniques, elles n'ont pu être comparées qu'aux courbes A et B, les procédés C et D ne s'appliquant pas aux tiges correspondantes à cause de leur épaisseur; elles sont, pour les deux tiges étudiées, confondues matériellement avec les courbes A, les courbes B étant d'ailleurs plus élevées. Le fait que les courbes d'aimantation réversible obtenues par divers procédés sont différentes enlève l'espoir de définir ainsi expérimentalement une courbe normale d'aimantation et montre la complexité des phénomènes rassemblés sous le nom de *phénomènes d'hystérésis magnétique*. — Au sujet des travaux récents faits sur la mesure des longueurs d'ondes, M. **A. Pérot** indique combien la notion de longueur d'onde devient complexe lorsqu'il s'agit de raies à composantes, étant donné que ces composantes semblent varier, tout au moins d'intensité, lorsqu'on modifie la source qui émet les radiations. Il semble, actuellement, que la composante principale conserve une longueur d'onde déterminée, et dès lors que, toutes les fois que l'on devra indiquer des longueurs d'onde avec un nombre de chiffres significatifs un peu élevé, il faille s'adresser à des appareils spectroscopiques capables de séparer ces composantes, ou tout au moins à des appareils qui, par le mécanisme interférentiel qu'ils comprennent, ne permettent la mesure de la longueur d'onde que lorsque les composantes les plus fortes sont réunies à la raie principale. Se basant sur les derniers résultats obtenus par M. Hamy, comparés à ceux que M. Fabry et lui-même avaient obtenus autrefois à Marseille, il croit pouvoir dire que la longueur d'onde de la raie du cadmium, donnée il y a quelques années par MM. Michelson et Benoît, retrouvée depuis par M. Chapuis, est une quantité parfaitement déterminée, et qu'il en est de même des raies complexes : que, s'il est vrai que leur constitution est peut-être liée à la source, l'opérateur est maître de les reproduire à son gré, toujours identiques à elles-mêmes, en se replaçant dans des conditions expérimentales identiques. Il conclut en insistant sur ce dernier point, et en montrant que, si cette condition est observée, on peut constituer, avec la longueur des radiations lumineuses, des étalons métrologiques fixes.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 24 Juin 1904.

M. **P. Brenans**, en faisant réagir le chlorure d'iode sur la *métanitraniline*, a obtenu à la fois une *nitraniline monoiodée* — 1 : 6 : 3, F. 160°,5, et *deux nitranilines diiodées* isomères. Une des *nitranilines diiodées* $AzH^2.C^6H^2I^2.AzO^2$-1 : 2 : 4 : 3 cristallise en tables clinorhombiques, F. 125° (corr.). En substituant dans cette base l'H au groupement AzH^2, l'auteur a obtenu un *nitrobenzène* $AzO^2.C^6H^3I^2$-1 : 2 : 6, corps nouveau cristallisant en prismes quadratriques, F. 114° (corr.). Ce dernier a donné par réduction une *aniline diiodée* nouvelle $AzH^2.C^6H^3I^2$, cristallisant en aiguilles incolores, F. 122° (corr.), qui a été transformée en *phénol diiodé* 1 : 2 : 6 connu. La seconde *nitraniline diiodée*, déjà obtenue par MM. Michaël et Norton, cristallise en aiguilles jaunes, F. 149° (corr.). Elle constitue, comme l'avaient pensé ces savants, l'isomère $AzH^2.C^6H^2I^2.AzO^2$ 1 : 2 : 6 : 3. Cette base a été transformée en *nitrobenzène diiodé* $AzO^2.C^6H^3I^2$-1 : 2 : 4, paillettes jaunes, F. 101°; ce dernier a été changé en *aniline diiodée* 1 : 2 : 4 déjà connue. — MM. **A. Hollard** et **Bertiaux** ont fait usage des sels *complexes* pour les séparations électrolytiques de quelques métaux, les métaux qui doivent rester dans le bain étant engagés dans des ions complexes. Ils ont

ainsi effectué la séparation du cuivre et de l'arsenic, ce dernier étant maintenu à l'état d'ions AsO^4. Ils ont également effectué la séparation du nickel et du zinc, ce dernier étant à l'état d'ions complexes $(AzO^2)^4Zn$. — M. A. **Hollard** rappelle que l'addition de cyanure de potassium à la solution dans le sulfhydrate de sodium de Sb, Sn et Cu a été indiquée par lui, bien avant la Note de M. Arthur Fischer, pour la séparation de Sb. Dans cette séparation, Cu et Sn sont à l'état de sels complexes. — M. M. Nicloux communique une Note de MM. **Urbain, Saugon et Flixe** *sur la saponification de l'huile de coprah industrielle par le cytoplasma.* — M. **V. Auger** a obtenu, par réduction de l'acide méthylarsénique au moyen de l'acide hypophosphoreux, une huile jaune, insoluble dans l'eau, le méthylarsenic $(CH^3As)^4$. Ce composé, traité par HCl gazeux ou en solution, fournit une poudre brun noir de méthylarsenic polymérisé. La réduction de l'acide éthylarsenique fournit de même l'éthylarsenic. — M. Hanriot communique une Note de M. **Effront** *sur l'influence activante de certains acides amidés sur l'amylase.*

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 5 Mai 1904 (suite).

Sir **Lauder Brunton**, Sir **J. Fayrer** et M. **L. Rogers** ont cherché à réaliser une *méthode pratique pour prévenir la mort par morsure de serpents.* Un procédé de ce genre doit être à la fois d'une application aisée, même par des personnes ignorantes, et très peu dispendieux, car il sera surtout utilisé par des gens très pauvres, comme les habitants de l'Inde. L'instrument proposé consiste en un petit bistouri d'environ un demi-pouce de longueur, fixé sur un manche en bois creux contenant des cristaux de permanganate de potasse. Toute personne mordue par un serpent prend une bande de toile qu'elle enroule en serrant fortement au-dessus de la blessure. Puis, au moyen du bistouri, on fait une incision sur la morsure de façon à transformer la piqûre faite par la dent du serpent en une petite plaie. Dans celle-ci, on introduit les cristaux de permanganate de potasse, mouillés de salive si c'est nécessaire. C'est Fayrer qui, en 1869, a le premier proposé le permanganate comme antidote du venin des serpents. W. Blyth, puis Brunton ont montré que c'est un antidote chimique complet du venin de cobra *in vitro*. Rogers, en appliquant le procédé ci-dessus au lapin et au chat, a trouvé que cinq animaux sur six survivent à l'injection de venin de cobra ou de *Daboia*. Les résultats obtenus cinq minutes après l'injection du poison sont aussi satisfaisants que ceux qu'on obtient une demi-minute après. L'application de ce procédé va être tentée sur une grande échelle aux Indes.

Séance du 19 Mai 1904.

M. **W. H. Young** : Sur la théorie générale de l'intégration. — M. **E. Rutherford** : *La succession des changements dans les corps radio-actifs* (*Bakerian Lecture*). L'auteur donne les courbes de décroissance de l'activité induite par le radium et le thorium, à la fois pour des expositions courtes et longues aux émanations, et il montre que la loi de variation de l'activité avec le temps peut être complètement expliquée en supposant que l'émanation X du thorium et du radium est complexe et subit une série de changements successifs. L'auteur donne la théorie mathématique de ces changements successifs et compare les courbes théoriques et expérimentales obtenues pour la variation de l'activité induite en fonction du temps. Dans le cas du thorium, deux changements se produisent dans l'émanation X. Le premier a lieu *sans rayonnement*, c'est-à-dire que la transformation n'est pas accompagnée d'une apparition de rayons α, β ou γ; le second donne naissance à ces trois sortes de rayons. La diminution d'activité de l'émanation X du radium dépend beaucoup de la sorte de rayons employée aux mesures. Les courbes obtenues avec les rayons β sont presque identiques à celles que donnent les rayons γ, ce qui montre que ces deux sortes de rayons apparaissent toujours ensemble et dans la même proportion. Les courbes compliquées de décroissance obtenues avec les divers types de rayons et pour diverses durées d'exposition s'expliquent complètement par l'hypothèse qu'il y a trois changements successifs rapides dans la matière déposée par l'émanation : 1° un changement rapide donnant seulement naissance à des rayons α, dans lequel la moitié de la matière est transformée en trois minutes environ; 2° un changement « sans rayonnement », dans lequel la moitié de la matière est transformée en vingt et une minutes; 3° un changement donnant naissance à des rayons α, β et γ à la fois, et dans lequel la moitié de la matière est transformée en vingt-huit minutes. Après que ces trois changements ont eu lieu dans l'émanation X, il reste une substance qui ne perd son activité que très lentement. Cette matière active, dissoute dans un acide, émet des rayons α et β, ces derniers en beaucoup plus grande quantité; elle est complexe, car la partie qui émet les rayons α peut être précipitée en plaçant une plaque de bismuth dans la solution; la matière déposée sur le bismuth ressemble beaucoup au constituant actif du radio-tellure de Marckwald. — Sir **W. Ramsay** et M. **J.-N. Collie** : Le spectre de l'émanation du radium[1]. — MM. **D. Mac Intosh, E.-H. Archibald** et **B.-D. Steele** ont étudié les *propriétés des hydrures de phosphore, de soufre et d'halogènes liquéfiés comme solvants conducteurs.* Voici quelques résultats des mesures des auteurs : HCl liquide, Eb. —82°,9; HBr, F. —86°; Eb. —68°,7; HI, F. —50°,8; Eb. —35°,7; H^2S, Eb. —60°,1; H^3P, Eb. —86°,2. Densités au point d'ébullition : HCl, 1,195; HBr, 2,157; HI, 2,799; H^2S, 0,964; H^3P, 0,744. Les auteurs ont également déterminé l'énergie superficielle moléculaire, la viscosité et son coefficient de température. Les sels organiques d'ammonium sont très solubles dans ces hydrures liquides et forment des solutions conductrices. HCl et HBr se dissolvent dans H^2S liquide, mais ces solutions ne sont pas conductrices. Dans aucun cas, on n'a vu de sels métalliques se dissoudre dans les hydrures liquides. Beaucoup de substances organiques sont solubles : sels d'amines, alcaloïdes, alcools, éthers, cétones, phénols. La conductivité moléculaire augmente énormément avec la concentration; dans la majorité des cas, elle augmente aussi avec la température. — M. le **Comte de Berkeley** : *Sur les solutions saturées.* L'objet des recherches entreprises par l'auteur est la détermination expérimentale des constantes physiques des solutions concentrées, qui sont nécessaires pour la tentative d'application des équations de la loi des gaz. On a choisi des solutions saturées parce que probablement leur dissociation est relativement minimum. Cette partie du travail traite des densités et des solubilités des chlorures, des sulfates et nitrates de sodium, de potassium, de rubidium, de cæsium et de thallium, et aussi de leurs aluns respectifs, excepté celui du sodium. Les densités ont été déterminées au moyen d'un petit pyknomètre en forme de pipette, d'environ 5 cc. de capacité. On remplit l'instrument avec la solution saturée, on la pèse, et, d'après la capacité connue du pyknomètre et le poids de la solution qu'il contient, on calcule la densité. On a obtenu la solubilité en lavant le contenu du pyknomètre et en le faisant évaporer jusqu'à siccité, le poids du sel restant donnant la solubilité. Les densités et les solubilités ont été déterminées de deux façons. Dans l'une, la solution saturée, qui était en contact avec un excès de sel et continuellement remuée, a été refroidie jusqu'à la température d'observation, puis la densité et la solubilité ont été déterminées. Dans

1. Voir à ce sujet l'article de Sir W. Ramsay dans la *Revue* du 30 juin 1904.

l'autre, on a élevé à la température d'observation une solution non saturée continuellement remuée et en contact avec un excès de sel (dans les deux cas, la solution est conservée à la température d'observation au moyen d'un thermostat), et la densité a été déterminée à des intervalles de douze heures environ jusqu'à ce qu'elle restât constante. L'auteur a comparé cette densité constante et la solubilité qui en dérive avec la densité et la solubilité obtenues par la première méthode, et il a considéré les moyennes comme étant les vraies densité et solubilité de la solution saturée. Les observations ont été faites de cette façon à des intervalles de 15° entre 0° C. et 90° C. L'auteur a aussi déterminé les constantes, au point d'ébullition des solutions saturées, dans un appareil dans lequel on faisait bouillonner vigoureusement la vapeur à travers la solution, avec excès de sel, jusqu'à ce que la température devînt constante, cette température constante étant supposée être le point d'ébullition. On n'a point déterminé d'une façon précise le point d'ébullition même, ayant trouvé qu'aucune correction pour la colonne émergente ne peut être appliquée d'une manière satisfaisante; on a cependant enregistré les pressions sous lesquelles bouillent les solutions saturées. Les résultats sont donnés sous forme de tables à la fin du Mémoire.

Séance du 2 Juin 1904.

M. Harold A. Wilson : *Sur l'effet électrique de rotation d'un diélectrique dans un champ magnétique.* Voici ce que l'on peut conclure des expériences entreprises par l'auteur : 1° Un déplacement électrique radial est produit dans un diélectrique, tel que l'ébonite, lorsqu'il est mis en rotation dans un champ électrique parallèle à l'axe de révolution; 2° la direction du déplacement est la même que celle produite dans un conducteur; 3° le déplacement est proportionnel au champ magnétique et à la vitesse de révolution; 4° la valeur du déplacement s'accorde avec celle calculée d'après la supposition que la f. e. m. induite dans le diélectrique est égale à celle qui est induite dans un conducteur multipliée par $1 - K^{-1}$. Les résultats obtenus s'accordent donc complètement avec les théories de Lorentz et Larmor, et ils peuvent être considérés comme une confirmation de ces théories. — **M. Maxwell Garnett** : *Couleurs dans les verres métalliques et les pellicules métalliques.* La première partie du Mémoire est consacrée aux verres colorés. Le phénomène que l'auteur essaie d'expliquer a été observé par Siedentopf et Zsigmondy. Il prouve que tout milieu formé de sphères métalliques englobées dans une substance non absorbante, de telle sorte que la distance moyenne entre deux sphères adjacentes soit moindre qu'une longueur d'onde lumineuse, a une couleur parfaitement définie, dépendant seulement des constantes optiques du métal qui compose les sphères, de l'indice de réfraction de la substance dans laquelle elles sont englobées, et de la quantité de métal présent, mais non de la dimension des sphères ou de la distance qui les sépare. L'auteur montre que les particules observées par Siedentopf et Zsigmondy dans les verres d'or sont sphériques lorsque leurs dimensions sont moindres que 10^{-5} centimètres cubes. La présence des sphères métalliques explique la couleur rouge des verres rubis d'or et de cuivre et la couleur jaune des verres d'argent; elles donneraient une couleur bleue violette au verre de potassium-sodium (le potassium-sodium étant un amalgame dont les constantes optiques ont été déterminées par Drude). L'auteur décrit des expériences qui prouvent que ces couleurs caractéristiques peuvent être produites dans un verre métallique incolore contenant le métal en solution ou en combinaison (l'état de la fabrication des verres rubis d'or ou de cuivre avant la seconde chauffe), par la radiation β du radium. Les propriétés calculées du milieu contenant beaucoup de sphères métalliques pour une certaine longueur d'onde lumineuse expliquent les changements de couleur, l'augmentation initiale dans l'absorption et la transformation finale aboutissant à une transparence presque complète observée par M. G. T. Beilby pendant le recuit des pellicules d'or et d'argent. L'auteur explique les changements de couleur lors de la chauffe observés par le Professeur R. W. Wood, sur les pellicules de potassium et de sodium à l'intérieur de tubes de verre dans lesquels on a fait le vide. Les argents allotropiques obtenus par Carey Lea sont d'autres exemples de ce type de milieu. — Le **Comte de Berkeley** et **M. E. G. J. Hartley** : *Méthode pour mesurer directement les hautes pressions osmotiques.* Voici la méthode des auteurs pour déterminer les hautes pressions osmotiques : Ils prennent un cylindre de porcelaine poreuse, verni seulement aux extrémités, et recouvert sur sa face extérieure par une membrane de ferrocyanure de cuivre. La solution entoure le cylindre, et l'intérieur, qui est réuni à un tube de verre capillaire gradué, est rempli d'eau. On obtient la pression sur la solution au moyen d'un plongeur qui agit dans un cylindre d'acier et qui est mis en action au moyen d'un levier et de poids. Aussi longtemps que cette pression est inférieure à la pression osmotique de la solution, l'eau de l'intérieur du cylindre passe à travers la membrane dans la solution, et par conséquent le niveau de l'eau dans le tube capillaire s'abaisse. Lorsqu'on augmente graduellement la pression sur la solution, la hauteur dont le niveau s'abaisse diminue graduellement, et il en est ainsi jusqu'à ce que la pression osmotique de la solution soit atteinte; alors le niveau dans le tube capillaire est stationnaire. Une nouvelle augmentation de pression sur la solution produira une élévation du niveau. La variation du niveau dans le tube capillaire est une fonction de la différence entre la pression osmotique et la pression sur la solution, de sorte qu'en observant les changements de niveau provenant des changements correspondants dans la pression, on peut déduire le point auquel cette dernière est égale à la pression osmotique. Les auteurs donnent dans le Mémoire les résultats de quelques expériences faites avec du sucre de canne dissous jusqu'à une solution ayant une pression osmotique de 45 atmosphères. Les membranes semi-perméables sont préparées en partie d'après la méthode de Pfeffer et en partie d'après une modification de la méthode électrolytique de Morse. Par ce moyen, on a obtenu une membrane qui peut résister à une pression de 120 atmosphères.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

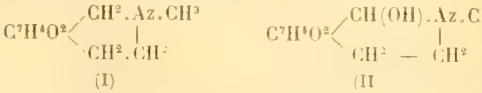
Séance du 24 Juin 1904.

MM. A. E. Garrett et **R. S. Willows** étudient les rapports de la dissociation chimique et de la conductibilité électrique. Beattie a montré qu'un mélange de sel et d'iode, placé sur une plaque de zinc et chauffé, devient conducteur, quoique les deux corps séparément ne le soient pas. Les auteurs montrent que le phénomène est dû à la formation d'iodure de zinc. Ils étudient la conductibilité produite par le chauffage de divers sels, dans des conditions variables de température et de champ électrique; dans presque chaque cas, on trouve un grand excès d'électricité positive. — **M. W. M. Thornton** étudie la magnétisation du fer en grande masse. Après avoir donné une méthode de mesure des grandes quantités de magnétisme au moyen d'une bobine exploratrice, l'auteur examine les courbes d'élévation des courants magnétisants pour un noyau solide ou lamellé et l'influence de la réaction des courants du noyau ou du changement de perméabilité pendant la magnétisation. Au moyen de deux de ces courbes, dans l'une desquelles le courant est renversé, on trouve des expressions indiquant l'induction totale dans le noyau et son rapport au magnétisme résiduel. Enfin, l'auteur explique la soudaine inclinaison de la courbe qu'on observe seulement avec les gros noyaux.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Seance du 15 Juin 1904.

M. A.-D. Hall communique le résultat de ses analyses mécaniques de sols ayant subi un traitement préliminaire à l'acide dilué, puis à l'ammoniaque. Les sols bruts donnent rarement autant de la fraction la plus fine (fraction argileuse) que les mêmes sols lavés préalablement à l'acide. D'autre part, les sols qui ont reçu pendant longtemps du nitrate de soude comme engrais renferment moins de particules fines à la surface. — **M. Al. Scott** a étudié la décomposition de divers oxalates par la chaleur; elle paraît être représentée par les équations suivantes: $CaC^2O^4 = CaCO^3 + CO$; $7Na^2C^2O^4 = 7Na^2CO^3 + 3CO + 2CO^2 + 2C$; $8BaC^2O^4 = 8BaCO^3 + 6CO + CO^2 + C$; $MgC^2O^4 = MgO + CO + CO^2$. — Le même auteur, en chauffant le soufre à 180° avec l'iodure de méthyle, a obtenu le di-iodure d'iodure de triméthylsultine $S(CH^3)^3I.I^2$, F. 38°. Le sélénium donne un composé analogue. Le tellure donne un di-iodure de diméthyltellure $Te(CH^3)^2I^2$, qui, traité à nouveau par CH^3I en présence d'hyposulfite et de carbonate de soude, fournit le corps $Te(CH^3)^3I$; celui-ci peut absorber 2 atomes d'iode en formant un di-iodure fondant à 76°,5. — **MM. E. C. C. Baly** et **C. H. Desch** ont reconnu que, dans les solutions d'acétylacétone, d'acétoacétate d'éthyle et de leurs sels métalliques, il existe un état d'isomérisme dynamique. La présence d'une bande dans leurs spectres d'absorption est due à cet isomérisme, et sa persistance est une mesure du nombre de molécules en état de vibration. — **M. J. N. Collie**, en faisant réagir le chlorure d'acétyle dissous dans le chloroforme sur le sel de sodium de la diacétylacétone, a obtenu, suivant les conditions, trois substances isomères : 1° la diacétyldiméthylpyrone, F. 124°; 2° le diacétylorcinol, F. 95°; 3e une substance, F. 75°, que les alcalis transforment en diméthylorcinol, tandis que HCl la transforme en diacétyldiméthylpyrone. — **M. W. P. Bloxam** présente ses recherches sur la détermination de l'indigotine dans l'indigo. — **M. A. W. Crossley**, en traitant par la quinoline le dibromotétrahydrobenzène de Baeyer, a obtenu le $\Delta^{1:3}$-dihydrobenzène, Eb. 81°,5-82°. — **M. W. N. Hartley** a étudié le spectre d'absorption de la *p*-nitrosodiméthylaniline; il s'étend d'une part jusque dans l'infra-rouge, de l'autre très loin dans l'ultra-violet; les rayons transmis se réduisent à une bande de jaune et de vert. Il y a, d'après les spectres, une différence de constitution marquée entre l'oxime du *p*-nitrosophénol et la *p*-nitrosodiméthylaniline. — **M. Th. S. Patterson** a comparé les volumes de solution et les rotations de divers dialkyl et potassium-alkyl-tartrates. Une contraction de 1 centimètre cube par molécule-gramme produit le plus grand changement de rotation dans l'éther méthylique et le plus faible dans l'éther *n*-propylique. — **MM. J. Dobbie** et **Ch. K. Tinkler** ont constaté que le spectre d'absorption des solutions d'hydrastinine dans l'éther ou le chloroforme est presque identique à celui de l'hydrohydrastinine, qu'on représente généralement par la formule (I). L'hydrastinine, sous sa forme carbinolique, aurait donc la formule (II) :



(I) (II)

Les solutions aqueuses ou alcooliques d'hydrastinine ont, d'autre part, un spectre analogue à celui des sels de la base; sous l'influence de ces solvants-l'hydrastinine prendrait donc la forme de base ammonium par migration de OH du C à l'Az, avec formation du complexe $=Az(CH^3)OH$. — **MM. J. Wade** et **H. Finnemore** ont observé que le chlorure d'éthyle, qui se trouve souvent dans le chloroforme, en abaisse le point d'ébullition. L'alcool et l'eau forment avec le chloroforme des mélanges binaires à points d'ébullition caractéristiques.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE LIVERPOOL

Séance du 27 Avril 1904.

MM. R.-P. Carpenter et **S.-E. Linder** poursuivent leurs recherches sur les réactions qui se passent dans le four de Claus pour la récupération du soufre contenu dans l'hydrogène sulfuré. La réaction fondamentale $H^2S + O = H^2O + S$ paraît être accompagnée des réactions accessoires : $3S + 2H^2O = 2H^2S + SO^2$; $3H^2S + 3O = 2H^2S + SO^2 + H^2O$, qui provoquent une certaine perte de soufre. Toutefois, la réaction inverse $2H^2S + SO^2 = 3S + 2H^2O$ tend, à son tour, à diminuer ces pertes.

SECTION DE NEWCASTLE

Séance du 20 Mai 1904.

M. M.-F. Schaak propose une nouvelle méthode pour la détermination rapide de l'acide borique. La substance est chauffée au condenseur à reflux avec un excès d'HCl; après refroidissement, on porte à un volume défini et l'on filtre. 100 centimètres cubes du filtrat sont neutralisés au méthylorange avec un alcali; on ajoute du carbonate de baryum, chauffe, refroidit et filtre. La solution, ainsi débarrassée des substances qui pourraient empêcher le dosage, est alors titrée avec un acide au méthylorange.

SECTION DE NOTTINGHAM

Séance du 30 Mars 1904.

MM. H.-S. Garry et **H.-J. Watson** présentent leurs recherches sur les produits de la distillation du pétrole brut connus dans le commerce sous les noms d'éther de pétrole, de gasoline, de benzine, de ligroïne et de pétrole léger. Ils en donnent les points d'ébullition et la composition.

SECTION D'ÉCOSSE

Séance du 1er Décembre 1903.

MM. Th. Gray et **J.-G. Robertson** ont cherché à déterminer le degré d'exactitude des pouvoirs calorifiques des charbons obtenus par les calorimètres de Lewis Thompson et de W. Thomson par comparaison avec les résultats obtenus par combustion dans l'oxygène comprimé. Les valeurs données par le calorimètre de Lewis Thompson sont toujours trop faibles, même en tenant compte du carbone non brûlé, et il paraît impossible d'arriver à des valeurs exactes avec n'importe quelque correction constante. Les nombres fournis par le calorimètre de W. Thomson sont beaucoup plus exacts, à condition de régler avec soin l'arrivée du courant d'oxygène.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

15e ANNÉE N° 15 15 AOUT 1904

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Astronomie

Nutation diurne de la Terre. — La nutation diurne de la Terre n'est possible que si le mouvement de l'écorce solide est plus ou moins indépendant de celui du noyau fluide qu'elle recouvre. Or, la nutation diurne est prouvée par les meilleures observations : cette indépendance existe donc. Pourquoi, dès lors, l'écorce n'obéirait-elle pas, dans son mouvement de rotation autour de son axe, aux attractions luni-solaires, de même que leur obéit l'océan dans ses marées dont les oscillations présentent la plus grande analogie avec celles de cette écorce?

S'il en est ainsi, la majestueuse horloge du ciel, sur la régularité absolue de laquelle les astronomes de tous les temps ont cru pouvoir étayer leurs observations, est sujette elle-même à des fluctuations périodiques, dans le court intervalle de quelques heures; et l'homme pourrait parvenir à réaliser des appareils doués d'un mouvement plus uniforme que celui qui anime l'écorce solide du Globe autour de son axe instantané de rotation.

Dès 1884, ces idées étaient défendues par M. F. Folie (*Théorie des mouvements diurne, annuel et séculaire de l'axe du Monde*); mais il restait à démontrer expérimentalement l'indépendance entre le noyau et l'écorce terrestre dans les mouvements à courte période, ou l'irrégularité du mouvement de l'écorce, qui, sans le concours d'aucune observation astronomique, entraînerait à elle seule l'existence d'une nutation diurne. Et, dans sa *Revision des constantes de l'Astronomie stellaire*, le même auteur donnait une élégante expression des variations de vitesse de l'écorce terrestre; or les variations ont une période semi-diurne et ne se présenteraient donc pas en sens contraire, à six mois de distance, comme celles de la latitude.

L'un des effets de la nutation diurne serait de produire des inégalités périodiques dans le mouvement de la Terre autour de son axe d'inertie Z, tandis que les nutations eulérienne et chandlérienne n'ont d'autre effet que d'animer l'écorce terrestre de vitesses très faibles autour des axes X et Y, perpendiculaires au premier : constater *physiquement* les irrégularités était établir l'existence de la nutation diurne, qui a le même coefficient qu'elles.

Nourrissant de pareilles idées depuis si longtemps, M. Folie devait naturellement penser à recourir à un instrument bâti sur les seules actions de la pesanteur et de l'inertie : il se demanda donc si un pendule au repos ne pourrait pas, en raison de son inertie et des irrégularités de vitesse dont est animé le point de suspension, se déplacer vers l'est ou l'ouest d'une manière sensible. Un de ses élèves, le Dr Ronkar, crut pouvoir affirmer, par le calcul, que le déplacement correspondant serait sensible et appréciable.

Reprenant entièrement le calcul, M. Folie conclut qu'un pendule de 3 m. 7 environ de longueur pourrait, en vertu de son inertie, dévier de 0 mm. 4 de sa position normale sans l'intervention d'aucune force extérieure autre que la gravité. Aidé de l'ingénieur Rouma, il put réaliser l'appareil qui vient[1] de confirmer sensiblement le résultat théorique : il est inutile ici de décrire le dispositif expérimental, qui consiste simplement en un grand pendule mobile autour d'un axe dirigé dans le sens du méridien.

Ainsi se trouve établie, physiquement, l'existence de la nutation diurne, l'irrégularité du mouvement de l'écorce terrestre et, par suite, l'indépendance entre celle-ci et le noyau dans les mouvements à courte période, comme l'auteur l'avait déjà établi (*Théorie du mouvement de l'écorce solide du Globe*, 1898).

Les conséquences d'un tel fait sont capitales pour l'Astronomie : tout d'abord l'existence de la nutation diurne et de deux nutations initiales, l'eulérienne proprement dite (305 jours) et celle de Chandler (430 jours), y compris son terme annuel (*Monthly Notices*, 1903); puis, et cela surtout, la variation des latitudes ne saura être résolue tant que l'on ne tiendra pas un compte exact de ces deux mouvements diurne et eulérien. Et, cependant, depuis vingt ans, combien d'efforts et de sacrifices inutiles, combien de Mémoires légers ou discordants sur la variation des latitudes!

Pour élucider plus complètement l'importante question rajeunie par M. Folie, — puisque nombre d'astronomes ne sont pas encore convaincus des variations

[1] *Bull. de l'Ac. Roy. de Belgique*, n° 4, 1904.

périodiques de la verticale et de la nutation diurne, — il serait très important de faire des observations simultanées en divers lieux. Et, ainsi, utilisant un pendule suspendu à un axe orienté dans le plan vertical, on aurait des oscillations qui s'effectueraient dans le méridien et seraient indépendantes des variations de vitesse de l'écorce terrestre, pour accuser seulement les déviations périodiques de la verticale.

Ces deux genres d'observations simultanées, que nous souhaitons de voir réalisés, apporteront sans doute une contribution capitale pour l'Astronomie et pour la Géophysique.

§ 2. — Physique

Corps biréfringents artificiels à composants isotropes. — Le phénomène connu sous le nom de *double réfraction* a, comme on le sait, été expliqué par Fresnel au moyen de l'hypothèse que le rayon lumineux, en entrant dans le cristal, est décomposé en deux rayons polarisés à angle droit et qui se meuvent dans le nouveau milieu à des vitesses différentes, l'élasticité du cristal étant différente par rapport à l'un et à l'autre.

D'après la théorie électromagnétique de la lumière, la vitesse de propagation serait fonction de la constante diélectrique du milieu, et cette vue, confirmée par les expériences de Curie et de Boltzmann, a été illustrée par l'hypothèse que tout milieu diélectrique biréfringent se compose de petites particules conductrices de forme ellipsoïdale, englobées dans un milieu isolant.

Une explication plus simple, et qui, au surplus, se prête à une vérification expérimentale facile, vient d'être proposée par le Professeur F. Braun, de Strasbourg ; nous trouvons l'exposé de ses théories dans un récent travail de M. H. J. Reiff[1]. Les corps biréfringents seraient constitués par un corps diélectrique isotrope, dans lequel un autre corps pareil se trouve inclus et distribué uniformément sous la forme, par exemple, de particules parallélipipédiques. Or, si un corps semblable se comporte d'une façon homogène par rapport aux ondes dont on se sert, il faut que la combinaison des deux corps donne lieu à une double réfraction. Afin de confirmer cette supposition, M. Braun, ayant préparé un modèle de briques, vient de constater, au moyen d'ondes électriques, qu'une double réfraction se produit en effet. D'autre part, le savant allemand a fait des expériences sur un « réseau » de briques, disposé entre deux miroirs concaves. Les ondes électriques engendrées dans le premier miroir, après avoir traversé la construction de briques, ont été examinées au point de vue de leur polarisation dans le miroir récepteur. Or, toute onde polarisée pénétrant le réseau a été décomposée en deux composantes, vibrant dans les directions horizontale et verticale respectivement, interférant dans le second miroir avec une certaine différence de marche et présentant une polarisation linéaire, circulaire ou elliptique.

Ces expériences montrent l'existence d'une double réfraction d'une grandeur étonnante. Alors qu'en effet, dans le cas du carbonate de calcium, la différence des indices de réfraction des rayons ordinaire et extraordinaire est de 0,17, la différence observée dans le réseau de briques a été trouvée égale à 0,22. Les différences des constantes diélectriques suivant la direction doivent, par conséquent, être extrêmement considérables.

D'autre part, M. Braun a donné à ses théories une haute probabilité au point de vue optique en se servant de réseaux métalliques obtenus par projection et dont la structure était si fine qu'ils présentaient, par rapport à la lumière, les mêmes phénomènes qu'on observe avec la construction en briques dans le cas des ondes électriques; après avoir rendu le réseau transparent par un processus chimique, on a également constaté une double réfraction.

Ces expériences donneront peut-être le moyen d'expliquer certains phénomènes de double réfraction restés énigmatiques jusqu'à ce jour.

L'action du radium sur les métaux. — Après avoir, en avril 1903, recouvert d'une plaque d'aluminium de $0^{mm},1$ d'épaisseur une capsule en ébonite renfermant 0 gr. 03 de bromure de radium, M. N. Orloff[1] a remarqué, en ouvrant cette capsule, à la surface de l'aluminium tournée vers le radium, des protubérances semblables à de petites gouttes de métal fondu, mais dont l'aspect ne différait guère de celui de la surface voisine de l'aluminium. Ces protubérances sont radioactives et produisent une image photographique à travers le papier noir par un contact de quelques minutes; il paraît qu'elles émettent des radiations invisibles pendant six mois sans affaiblissement sensible. L'auteur présume qu'il y a, dans ce cas, formation d'un alliage stable, dû à l'accumulation des particules provenant des systèmes atomiques du radium autour des noyaux légers d'aluminium.

§ 3. — Chimie physique

Modifications physiques et chimiques des solides soumis à de très fortes pressions. — M. W. Spring, à qui l'on doit déjà un grand nombre d'observations du plus haut intérêt sur l'état de la matière soumise à des pressions très élevées, vient encore de mettre au jour, dans cette direction, quelques faits nouveaux qu'il convient de signaler.

Il y a quelques années, M. G. Kahlbaum avait indiqué ce fait, en apparence paradoxal, que certains corps métalliques, soumis à de fortes pressions, manifestent, lorsqu'ils sont ramenés aux conditions ordinaires, une *diminution* permanente sensible de leur densité. L'étude de ce singulier phénomène, reprise par M. Spring, lui a permis de formuler l'ébauche d'une loi qui consacre une relation nouvelle entre diverses propriétés des solides.

Les recherches de M. Spring ont porté sur le plomb, l'étain, le cadmium, l'argent et le bismuth, alors que M. Kahlbaum avait déjà soumis le cuivre, le plomb, le cadmium, le zinc, l'antimoine, l'or et l'argent à des essais fructueux. Pour tous les métaux examinés, à l'exception du bismuth, les fortes pressions, accompagnées de déformations, ont produit une diminution de la densité qui, pour certains d'entre eux, a atteint 2 °/₀₀. Or, on remarquera cette curieuse coïncidence que, parmi les métaux soumis à l'étude, le bismuth seul éprouve, au moment de sa fusion, une diminution de son volume, alors que tous les autres se dilatent. S'il était permis de généraliser cette remarque, nous pourrions donc affirmer que les métaux, soumis à de très fortes pressions susceptibles de déformer les échantillons, éprouvent des variations de volume spécifique ou de densité de même sens que celles qu'ils manifestent lorsqu'ils passent à l'état liquide, par une élévation suffisante de la température sous la pression ordinaire. L'écoulement d'un solide sous pression étant, en quelque sorte, une manifestation d'un état liquide, on pourrait donc dire que, toutes les fois qu'un métal arrive, par l'action d'une force extérieure, aux conditions qui lui permettent de couler, il tend vers le même état.

M. Spring estime que « l'état solide vrai est dû à une formation ou une structure moléculaire incompatible avec des déformation sensibles ou avec un déplacement latéral notable des molécules...

« Si un effort mécanique extérieur s'exerce sur ce solide vrai, et s'il dépasse la résistance qu'il rencontre,

[1] Voir *Der Mechaniker*, n° 12.

[1] *Journ. de la Société phys.-chim. russe*, t. XXXVI, n° 2 *b*, p. 41-46.

la déformation forcée semble subordonnée à un changement de structure moléculaire ou particulaire. Contrainte de fluer ou de se briser, la matière prend l'état répondant à la mobilité qui est momentanément exigée. »

Cette explication, très plausible, peut revêtir une forme un peu plus précise, si l'on s'aide des diagrammes de M. Tammann. D'après le savant professeur de Göttingue, la matière peut exister essentiellement à deux états : amorphe ou cristallin ; le premier est indifféremment solide ou liquide, le second est l'état solide parfait. Celui-ci est généralement l'état le plus dense aux faibles pressions; mais, comme il est aussi le moins compressible, il peut, sous de très fortes pressions, posséder une densité moindre que l'état amorphe. Un corps cristallin soumis à une forte pression aura donc, en général, une tendance à passer à l'état amorphe, qu'il pourra conserver si la pression est rapidement supprimée. Telle serait alors la cause des faits observés par M. Kahlbaum et par M. Spring.

Dans un travail plus récent, M. Spring a étudié les modifications chimiques auxquelles sont sujets certains composés soumis à de très fortes pressions. Partant des faits qui viennent d'être rapportés, M. Spring pensa que, lorsqu'un corps est composé de deux constituants dont l'un est solide et l'autre liquide, on peut, par une trituration qui oblige le premier à s'écouler, le séparer en partie du second, et produire une véritable décomposition du sel.

Les investigations de M. Spring ont porté sur les sulfates acides des métaux alcalins, depuis le sulfate de lithium jusqu'au sulfate de césium. Les résultats ont été très nets : les deux premiers sels de la série ont laissé échapper de l'acide sulfurique tandis que, comme compensation, une partie du sel passait à l'état de sulfate neutre. Le sulfate acide de sodium n'a commencé à se décompenser que vers 80°; quant aux sulfates des éléments supérieurs, ils ont conservé leur constitution sous les plus fortes pressions auxquelles on les a soumis, même à la température de 100°. L'ordre des stabilités mécaniques est donc le même que celui des stabilités chimiques.

La conclusion du travail de M. Spring est à citer en entier :

« Cette décomposition des corps solides par voie de laminage ou d'écoulement, à la température ordinaire, peut nous éclairer sur certains phénomènes de métamorphisme fréquemment observés en Géologie, pour l'explication desquels on a été obligé de recourir à l'hypothèse, souvent peu probable, d'une élévation locale de la température. Il arrive parfois, on le sait, que la composition des roches n'est pas la même dans les parties qui portent les marques d'un flux ou d'un écoulement. On trouve là des minéraux microscopiques dont l'origine n'est pas claire. Il est permis de se demander si leur formation ne rentre pas dans l'ordre des faits qui viennent d'être touchés, et si l'écorce terrestre n'a pas été le siège d'un vaste travail mécanico-chimique qui a éliminé ou transformé les corps qu'elle renfermait à l'origine, de telle sorte qu'il ne subsiste plus aujourd'hui que ceux dont la stabilité chimique a pu triompher des efforts de destruction auxquels ils se trouvaient soumis. »

Sur une conception chimique de l'éther. — Estimant que le moment est venu pour les physiciens et les chimistes d'essayer de définir la nature de l'éther, le Pr Mendeléeff lui attribue par hypothèse la constitution gazeuse et, dès lors, lui assigne une position fixe dans sa célèbre *Table périodique*, où viennent de trouver place les gaz nouvellement découverts dans l'atmosphère [1].

On ne peut vérifier expérimentalement l'hypothèse de l'éther considéré comme un gaz atmosphérique extrêmement raréfié. Les mesures entreprises par l'auteur et M. Kirpitchnikoff (1874), sur les gaz à de très faibles pressions, n'offrent plus aucun degré d'exactitude pour des pressions de quelques dixièmes de millimètres de mercure environ. Quant à la conception de l'éther comme un état limite d'expansion des vapeurs ou des gaz, elle est incompatible avec les idées qui, précisément, ont conduit à admettre l'existence de l'éther, puisque, par définition, il est censé pénétrer tous les corps; de plus, les gaz ordinaires sont tous doués d'affinité chimique, tandis que l'éther, par définition, en est totalement dépourvu. On a pensé aussi que l'éther pourrait se transformer en élément, ou inversement, de même qu'on a cru aussi à la transmutation d'un élément en un autre. Toute idée de division des atomes physiques va à l'encontre du système actuel de la science, et tous les phénomènes dans lesquels on a cru quelquefois reconnaître cette division s'expliquent mieux par la séparation ou l'émission de l'éther, fluide pénétrant tout et partout.

La découverte des cinq nouveaux gaz de l'atmosphère, tous dénués de propriétés chimiques, permet de considérer l'éther comme un gaz de leur série ayant un poids atomique bien inférieur. On se rappellera que ces nouveaux gaz peuvent se dissoudre (la dissolution étant considérée comme une combinaison lâche), que ces gaz sont absorbables par les métaux et que la faculté de l'éther de pénétrer tout peut être considérée comme la condition idéale dont s'approche l'hydrogène (occlusion, etc.). Les cinq nouveaux gaz de l'atmosphère peuvent entrer dans la *Table périodique*, mais dans une série spéciale, à cause de leur inertie chimique. On remarquera que leur poids atomique est intermédiaire entre ceux des halogènes et des métaux alcalins.

Il est possible de déterminer, tout au moins d'une façon approchée, le poids atomique de l'élément y. Considérons la progression du rapport entre le poids atomique de deux éléments du même groupe, dans deux séries voisines. Le rapport $\frac{Cl}{Fe} = 1,86$ passe à 2,45 pour $\frac{Al}{Bo}$ et à 4,98 pour $\frac{Ne}{He}$. On a aussi $\frac{Li}{H} = 7$ environ, et probablement $\frac{He}{y} = 10$, ce qui donnerait pour poids atomique de y environ 0,4, avec la densité $= 0,2$. On pourrait identifier le gaz y avec le Coronium (?). Par un calcul analogue entre les poids atomiques du groupe 0, on aurait, pour poids atomique de l'éther, $x = 0,17$, valeur beaucoup trop grande.

Cette valeur pourra être tirée de la théorie cinétique des gaz, dans l'expression :

$$v = 48,3\sqrt{\frac{273 + t}{x}}$$

où t, température moyenne de l'espace intersidéral, peut être estimé égal à $-80°$. On en tire $x = \frac{4.800.000}{v^2}$.

Cette valeur de v, ou vitesse atomique de l'éther, suffisante pour échapper à l'attraction des masses célestes, doit excéder la racine carrée du double de la masse du corps exerçant l'attraction, divisée par la distance du centre de gravité de la masse au corps en question, l'éther, soit le rayon du corps céleste. Conséquemment 0,038 représente le poids atomique maximum d'un gaz pour qu'il puisse échapper à l'attraction de la Terre; tous les gaz de poids atomique supérieur, l'hydrogène, le gaz y restent dans l'atmosphère terrestre. Par un calcul analogue, et par rapport au Soleil, la valeur de x n'est plus que de 0,000013; mais, comme il est des étoiles dont la masse est beaucoup plus grande que celle du Soleil, telle que *Y Virginis* qui l'est 33 fois plus, en se basant sur une masse à peu près 50 fois plus considérable que la masse solaire, l'auteur obtient, comme caractéristiques du gaz éther x capable de pénétrer tout et partout dans l'Univers, un poids

[1] Le travail original a été publié en russe, en octobre 1902, et une version anglaise en a été donné en février dernier.

atomique d'environ un millionième de celui de l'hydrogène et une vitesse atomique d'environ 2.250 kilomètres par seconde.

Au sujet des récentes découvertes sur la radio-activité, la conception chimique de l'éther apporte une explication acceptable. On sait que, par analogie avec le fer et le cobalt pour le magnétisme, ce sont principalement l'Uranium, le Thorium, le Radium qui possèdent la radio-activité, sans que ce soit d'une façon exclusive. Parmi les éléments, ils semblent jouer le rôle de soleils possédant à un haut degré ce pouvoir individuel d'attraction, intermédiaire entre la gravitation et l'affinité chimique, qui se manifeste dans l'absorption des gaz, les dissolutions, etc. Le gaz x ou éther, le plus léger de tous, peut, tout en étant d'une façon absolue privé d'affinité chimique à la façon de l'argon ou de l'hélium, être dissous par ces éléments à haut poids atomique ou être accumulé autour de ces derniers, agissant à la façon de centres d'attraction comme le Soleil pour les planètes. Les phénomènes optique et photoradiant indiquent une émanation matérielle d'un corps sans poids appréciable, par exemple dans l'expérience de M. et Mme Curie où deux récipients sont réunis par un tube à ouverture facultative, l'un contenant la solution radio-active, l'autre un précipité gélatineux de sulfure de zinc, ce dernier devenant fluorescent quand la communication est établie. Le phénomène de la lumière, c'est-à-dire une certaine vibration transversale de l'éther, peut être provoqué non seulement par un certain mouvement moléculaire des autres corps, par exemple quand ils sont chauffés, mais aussi en détruisant le mouvement normal intra-atomique de l'éther, par exemple, dans le cas des corps radio-actifs, par les atomes massifs de l'uranium, du radium, de même que, dans la pensée de l'auteur, la luminosité du Soleil paraît due à sa grande masse qui est capable d'accumuler l'éther en quantités beaucoup plus grandes que les planètes, etc.

Avant de conclure dans le sens des idées précédentes, M. Mendéléeff rappelle une expérience de M. Dewar, dans laquelle la phosphorescence de plusieurs corps, entre autres la paraffine, devient plus intense à la température de l'air liquide (— 190° environ). La paraffine pourrait posséder alors la propriété de condenser les atomes de l'éther ou de les dissoudre davantage. D'ailleurs, comme précédemment, la phosphorescence peut provenir de la tension particulière des atomes de ce corps ou du mouvement vibratoire qui se produit entre l'éther condensé et l'éther environnant.

Ainsi les idées quasi-mystiques sur l'éther, son existence présumée sous la forme d'une sorte de quatrième état de la matière, échappant à toute perception, disparaîtraient pour faire place à une conception plus scientifique, sinon définitive, tout au moins digne d'attirer l'attention.

TABLEAU I. — *Table périodique des éléments de Mendéléeff.*

SÉRIES	GROUPE 0	GROUPE I	GROUPE II	. . . .	GROUPE VII	GROUPE VIII
0	X	»	»	. . . . .	»	»
1	Y	H = 1,008	»	. . . . .	»	»
2	Hélium He = 4	Li = 7,03	Beryllium	. . . . .	Fluor Fl = 19	»
3	Néon Ne = 19,9	Na = 23,05	Magnésium	. . . . .	Chlore Cl = 35,45	»
4	Argon Ar = 38	K = 39,1	Calcium	. . . . .	Manganèse Mn = 55	»
5	»	Cu = 63,6	Zinc	. . . . .	Brome Br = 79,95	»
6	Krypton Kr = 81,8	Rb = 85,4	Strontium	. . . . .	»	»
7	»	Ag = 107,9	Cadmium	. . . . .	Iode I = 127	»
8	Xenon Xe = 128	Cs = 132,9	Baryum	. . . . .	»	»
. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
12	»	»	Rd = 224	. . . . .	»	»

§ 4. — Biologie

La sensibilité de la sensitive au contact considérée comme adaptation darwinienne. — Chacun connaît les mouvements des feuilles de la sensitive à la suite d'un contact léger. On n'a pas encore signalé, par contre, les mouvements d'effacement présentés par cette plante, poussant à l'état naturel, à la suite de l'arrachement d'une feuille ou d'un rameau. M. Lapicque nous fournit sur ce sujet, dans une Note publiée dans les *Comptes rendus de la Société de Biologie* du 28 mai 1904, les renseignements intéressants qui suivent :

« J'ai eu l'occasion, dit-il, d'observer dans l'Inde la sensitive, formant de véritables tapis. En un grand nombre de points de la région montagneuse, au bord

des bois, sous les taillis pas trop épais, le long des routes peu fréquentées, la terre est couverte d'une nappe de verdure fraîche et compacte comme un gazon dru, piquée de petites fleurs roses. L'attention du moins observateur des hommes est attirée sur ce tapis d'herbe par le fait suivant : la piste de tout passant, piéton ou cavalier, s'accuse immédiatement derrière lui par une traînée large de plus d'un mètre, dont l'aspect tranche fortement sur la surface environnante : on dirait que non pas un homme, mais une troupe d'hommes sur plusieurs files a piétiné la végétation; le passage d'une compagnie en colonne laisse dans nos prés une trace analogue. »

Ce tapis de verdure est formé par une petite mimosée, sensitive dont M. Lapicque n'a pas déterminé l'espèce.

« Regardé de près, ajoute-t-il, ce phénomène apparaît comme une éclipse de la plante. Des attouchements ménagés, des pincements, même énergiques, d'une foliole ou d'un pétiole ne le reproduisent pas; s'il n'y a pas eu ébranlement généralisé, on observe le phénomène classique de reploiement des folioles et d'abaissement du pétiole dans la feuille touchée et dans les feuilles voisines, suivant une propagation pas trop rapide et plus ou moins étendue, suivant l'intensité de l'excitation. Mais, si l'on arrache une feuille ou un petit rameau, presque instantanément, en une fraction de seconde, on voit la verdure disparaître; au lieu de la nappe fraîche qu'on avait sous les yeux, on ne voit plus que le sol, des cailloux, des feuilles mortes et des brindilles qui paraissent nues et comme sèches. Chaque pied de sensitive, en effet, se compose d'un certain nombre de branches rampantes irradiées autour de la racine et donnant naissance aux rameaux dressés qui portent les feuilles. Un pied s'étend sur un diamètre de 1 mètre à 1^{m},50. L'ébranlement mécanique produit par l'arrachement d'une partie de la plante se transmet instantanément à l'ensemble, et chaque renflement moteur est au même moment excité directement par cet ébranlement : la chute de la feuille et le reploiement des folioles sont, dans ces conditions, aussi rapides et aussi complets que possible. »

De ce remarquable phénomène, M. Lapicque indique la signification biologique.

L'arrachement d'une feuille ou d'un rameau se produit quand un animal vient brouter dans le tapis des sensitives : aussitôt la plante se flétrit et son aspect desséché fait un contraste frappant avec la belle verdure des pieds voisins; l'animal abandonne la sensitive qu'il a blessée pour s'attaquer aux pieds voisins; la sensitive est ainsi sauvée.

« La sensibilité au contact chez la sensitive, conclut M. Lapicque, peut être ainsi ramenée à une adaptation darwinienne. »

§ 5. — Sciences médicales

La tuberculose dans les Écoles parisiennes. Prophylaxie et traitement. — M. le Professeur Grancher[1] s'est occupé spécialement de cette grave question. Il a examiné systématiquement les 438 élèves de l'Ecole de garçons de la rue de l'Amiral-Roussin et les 458 élèves de l'Ecole des filles de la même rue. Sur les 438 garçons, 62 (soit 14 °/₀) ont été reconnus atteints de lésions suspectes; sur les 458 fillettes, 79 (17 °/₀) ont été trouvées malades. Et ces chiffres ne sont qu'un minimum. Il n'est pas douteux qu'il y a lieu de s'inquiéter d'une pareille extension de la tuberculose, qui, selon la forte expression du Professeur Grancher, est une maladie sociale constitutionnelle. Mais quels remèdes apporter? Une série d'écoles à la campagne pour recevoir les 20 ou 25 000 enfants bacillifères des écoles de Paris? La solution serait un peu coûteuse, mais là ne serait pas la difficulté la plus grande de son application. Il serait, en effet, surtout difficile de persuader aux parents de se séparer de leurs enfants, alors qu'aucun signe manifeste ne démontre leur état de maladie, car il s'agit ici de lésions localisées, fermées, peu apparentes. Cependant, certains parents accepteraient que leurs enfants soient élevés dans de bonnes conditions d'hygiène physique et morale, aux frais de la Ville et de l'Etat, et c'est pour ceux-là que la création de telles écoles serait profitable. Pour les autres, on peut obtenir de bons résultats par l'application plus stricte des conditions générales d'hygiène. C'est à ce procédé qu'a eu recours M. Grancher, en laissant les enfants continuer à fréquenter l'école, mais en leur donnant un traitement préventif de poudre de viande ou d'huile de foie de morue.

Le massage du cœur mis à nu. — Plusieurs chirurgiens, parmi lesquels il faut citer MM. Tuffier, Poirier, Mauclaire (de Paris), Le Fort (de Lille), Gallet, Depage (de Bruxelles), Prus (de Vienne), ont essayé, dans ces derniers temps, de pratiquer le massage du cœur mis à nu dans des cas de mort par syncope, en particulier sous le chloroforme, pour essayer de rappeler les patients à la vie. Leur tentative, pourtant hardie, a été vaine. Seul, Starling[1] a réussi à sauver un de ses opérés par cette méthode. Sans cet heureux cas, le procès du massage du cœur aurait pu paraître définitivement jugé, d'autant plus que certains chirurgiens (Gallet, Vidal) se sont livrés à des recherches expérimentales et ont prétendu, contrairement à Tuffier, que ce massage était inutile. M. d'Halluin revient sur ce sujet, dans *La Presse Médicale*[2]. Il rappelle que, physiologiquement, la résurrection du cœur par le massage est possible. Dès 1874, Schiff avait, par ce moyen, rappelé à la vie des chiens tués par le chloroforme. Après le sien, nous trouvons les noms de Hoch, de Mikwicz, de Sorgenfrey, de Dorpat, de Boehm; il faut noter surtout les belles expériences de Prus, de Battelli et de Tuffier : aussi l'auteur, qui a fait également des expériences très intéressantes, considère comme démontré que, sous l'influence du massage, le cœur peut reprendre toute son activité et que la résurrection de cet organe essentiel est capable d'entraîner la réviviscence des autres organes, en état de mort apparente, quand il n'y a point de lésions matérielles incompatibles avec la vie. Mais les causes d'insuccès sont vraiment nombreuses : il faut compter avec le pneumo-thorax, l'insuffisance de la respiration artificielle, les altérations des centres nerveux, des voies respiratoires, du sang, et aussi avec les trémulations fibrillaires du cœur, qu'il est parfois impossible de faire cesser. Aussi l'auteur recommande-t-il d'associer l'insufflation pulmonaire au massage du cœur, « car, dit-il, le massage d'un cœur, même à l'état de trémulations, réalise une véritable circulation artificielle, puisqu'il ranime et entretient l'activité bulbaire ». Quoi qu'il en soit, cette méthode si inconstante paraît pouvoir être efficace dans certains cas, et il est à peu près sûr que certains chirurgiens hardis n'hésiteront pas à l'appliquer à l'occasion, surtout dans les cas de mort chloroformique foudroyante.

[1] *Académie de Médecine*, 2 juin 1904.

[1] *Centralbl. f. Chir.*, Berlin, 1903, n° 39, p. 173-174.

[2] *La Presse Médicale*, 1er juin 1904, p. 345.

LES RÉCENTS TRAVAUX SUR LES COMPOSÉS ACÉTYLÉNIQUES[1]

Sous le titre *Composés acétyléniques*, nous comprenons tous les corps qui, comme l'acétylène $HC{\equiv}CH$, possèdent dans leur molécule une triple liaison entre deux atomes de carbone ($-C{\equiv}C-$), qu'on appelle liaison acétylénique. Leur fonction commune est caractérisée par un certain nombre de réactions, telles que la fixation directe de quatre atomes d'hydrogène ou d'élément halogène, et la fixation d'eau, par voie directe ou détournée, avec formation de composés à fonction cétonique ($-CO-CH^2-$), grâce à l'ouverture de la triple liaison.

Ces substances paraissent être fort rares dans la Nature, et presque tous les corps acétyléniques actuellement connus sont purement artificiels.

Le domaine de nos connaissances concernant ces composés s'est notablement étendu dans ces dernières années. Un grand nombre de corps nouveaux et, ce qui est mieux, toute une série de réactions nouvelles, à caractère général, ont vu le jour. Aussi notre intention est-elle, conformément au titre de cette étude, de laisser entièrement de côté les travaux relativement anciens sur la question, travaux qui ont déjà pris leur place définitive dans les livres classiques, et dont la clef de voûte est toujours la mémorable synthèse de l'acétylène par M. Berthelot. Sous cette réserve, voici, sommairement exposées, les grandes lignes des résultats récemment acquis, à l'élaboration desquels l'auteur du présent article a eu la bonne fortune d'apporter une large contribution.

Les composés acétyléniques se divisent naturellement en deux familles, suivant que l'un des deux atomes de carbone intéressés porte ou ne porte pas un atome d'hydrogène, lequel est toujours, le cas échéant, remplaçable par des métaux (hydrogène typique). Les premiers, dérivés *monosubstitués* de l'acétylène, répondent à la formule générale $R.C{\equiv}CH$; on les désigne habituellement sous le nom de composés *acétyléniques vrais*. Les seconds sont des dérivés *bisubstitués*, qu'on représente par le schéma $R.C{\equiv}C.R'$[2].

Par leurs dérivés métalliques, auxquels j'appliquerai le terme générique de composés *acétyléno-métalliques*, les acétyléniques vrais $R.C{\equiv}CH$ présentent, sous le rapport de la synthèse, un intérêt primordial. Leur extrême activité chimique, en effet, les rend aptes aux réactions les plus variées, comme on le verra dans la suite.

D'autre part, on observe souvent, chez les composés acétyléniques, des dédoublements très nets sous l'action de certains réactifs, avec scission de la molécule à l'endroit même ou à côté de la triple liaison.

Ces considérations préalables vont servir de base à la division de notre sujet en trois chapitres :

1° J'étudierai d'abord les réactions où la fonction acétylénique est respectée, sans dédoublement de la molécule;

2° Je passerai ensuite en revue celles où la fonction acétylénique est attaquée, sans dédoublement de la molécule;

3° Le troisième chapitre sera consacré à l'exposé des réactions de dédoublement, avec ou sans persistance de la fonction acétylénique.

I. — Réactions où la fonction acétylénique est respectée, sans dédoublement de la molécule.

C'est l'histoire entière et presque exclusive des composés acétyléno-métalliques qui est embrassée par ces réactions.

§ 1. — Composés acétyléno-halogéno-magnésiens et acétyléno-halogéno-zinciques.

Les métaux alcalins sont les seuls qui soient capables de chasser directement, en se substituant à lui, l'hydrogène typique des carbures acétyléniques vrais $R-C{\equiv}CH$, et c'est par voie indirecte que l'on prépare les autres composés acétyléno-métalliques. Parmi ces derniers, deux groupes extrêmement curieux ont été découverts tout récemment par le chimiste russe Iotsitch : les composés *acétyléno-halogéno-magnésiens* et les composés *acétyléno-halogéno-zinciques*.

a) Soit le phénylacétylène $C^6H^5.C{\equiv}CH$. Traitons ce carbure par une solution éthérée de bromure d'éthyl-magnésium, et chauffons le mélange au bain-marie; un dégagement régulier de gaz éthane commence aussitôt, et il y a formation du dérivé bromo-magnésien du phénylacétylène, suivant l'équation :

$$\underset{\text{Phénylacétylène.}}{C^6H^5.C{\equiv}CH} + \underset{\text{Bromure d'éthylmagnés.}}{C^2H^5MgBr} = \underset{\text{Ethane.}}{C^2H^6} + \underset{\text{Phénylacétylène-brom. de magnésium.}}{C^6H^5.C{\equiv}CMgBr}.$$

On voit que le résidu monovalent MgBr a simplement pris la place de l'hydrogène acétylénique, comme il se substitue à celui de l'oxhydryle de l'eau, des alcools ou des phénols ($R.OMgBr$), des acides carboxyliques :

$$\left(R.C\begin{matrix}\nearrow O\\ \searrow OMgBr\end{matrix}\right)$$

[1] Conférence faite au laboratoire de M. A. Haller, à la Sorbonne.

[2] R et R' désignent des résidus monovalents.

(Grignard), à l'hydrogène de l'acide cyanhydrique :

$$\left(C\begin{cases}\equiv Az\\ MgBr\end{cases}\right),$$

à l'hydrogène acide du malonate d'éthyle :

$$CO^2C^2H^5.CHMgBr.CO^2C^2H^5$$

(Louis Meunier), etc. Le fait est général : tous les dérivés monosubstitués de l'acétylène donnent la même réaction quand on les traite par un bromure ou un iodure d'alcoylmagnésium.

Avec l'acétylène $HC\equiv CH$, la réaction est double, les deux atomes d'hydrogène de ce carbure fondamental étant substituables; exemple :

$$\underset{\text{Bromure d'éthylmagnésium.}}{BrMg\,C^2H^5} + \underset{\text{Acétylène.}}{H.C\equiv C.H} + \underset{\text{Bromure d'éthylmagnésium.}}{C^2H^5.MgBr} = \underset{\text{Ethane.}}{2\,C^2H^6} + \underset{\text{Acétylène-dibromure de magnésium.}}{BrMgC\equiv CMgBr.}$$

Ces réactions constituent l'une des applications les plus intéressantes qui aient encore été faites des composés organo-magnésiens de M. Grignard.

La même méthode a fourni au savant russe les dérivés zinciques, tels le corps $C^6H^5.C\equiv CZnBr$, et le composé double $BrZnC\equiv CZnBr$.

b) Tous ces composés sont très actifs, au même titre et au même degré que les dérivés alcalins. C'est ainsi, notamment, que, comme ces derniers, ils sont immédiatement attaqués par l'eau, les alcools ou phénols, et les acides, avec régénération du carbure correspondant; exemple :

$$\underset{\text{Phénylacétylène-bromure de magnésium.}}{C^6H^5.C\equiv C\,MgBr} + HO\,H = \underset{\text{Phénylacétylène.}}{C^6H^5.C\equiv CH} + Mg\begin{cases}Br\\ OH\end{cases}$$

$$\underset{\text{Acétylène-dibromure de zinc.}}{H\,OH + IZn\,C\equiv C\,ZnI} + HO\,H = 2Zn\begin{cases}I\\ OH\end{cases} + \underset{\text{Acétylène.}}{HC\equiv CH.}$$

Nous allons maintenant passer en revue une série de réactions nouvelles, qui sont propres aux composés acétyléno-métalliques.

§ 2. — Nitriles acétyléniques.

L'action du cyanogène sur le phénylacétylure de sodium conduit à la synthèse directe du nitrile phénylpropiolique (Ch. Moureu et R. Delange) :

$$\underset{\text{Phénylacétylure de sodium.}}{C^6H^5.C\equiv C\,Na} + \underset{\text{Cyanogène.}}{CAz.CAz} = NaCAz + \underset{\text{Nitrile phénylpropiolique.}}{C^6H^5.C\equiv C.CAz.}$$

Il n'est pas douteux que cette réaction, qui n'a pas encore été étendue à d'autres cas, ne soit susceptible de généralisation.

§ 3. — Condensation des carbures acétyléniques avec les chlorures d'acides, les anhydrides d'acides et les éthers chlorocarboniques. Acétones acétyléniques.

Les *chlorures d'acides* R.COCl réagissent énergiquement sur les dérivés sodés des carbures acétyléniques $R'.C\equiv CNa$; il y a formation d'acétones à fonction acétylénique $R'C\equiv C.CO.R$ (Nef; Ch. Moureu et R. Delange).

L'opération se pratique de la façon suivante : La bouillie de carbure sodé, préparée par l'action du sodium sur l'hydrocarbure en dissolution dans l'éther absolu, est ajoutée peu à peu au chlorure d'acide également étendu d'éther. Le carbure sodé disparaît d'abord, sans séparation de chlorure de sodium, et le sel alcalin ne se précipite qu'après un certain temps, lequel est variable avec les différents cas. Suivant l'énergie de la réaction, qui dépend de la nature du carbure et de celle du chlorure d'acide, le mélange est chauffé modérément, ou au contraire refroidi : on verse finalement le tout avec précaution dans un excès d'eau, et, de la couche éthérée, on retire l'acétone acétylénique par distillation.

Le mécanisme et la théorie de la réaction, comme le fait remarquer M. Nef, découlent immédiatement de ce fait que le carbure sodé se dissout, tout au moins momentanément, dans la solution éthérée du chlorure d'acide, sans élimination de chlorure de sodium : il y a union intégrale des deux corps en présence, et le composé qui en résulte est soluble dans l'éther; il y a ensuite, spontanément ou sous l'action de l'eau, mise en liberté de chlorure alcalin et d'acétone acétylénique. Dans ce processus, c'est la double liaison entre l'oxygène et le carbone du carbonyle qui entre en jeu : elle s'ouvre dans la première phase, et se referme dans la seconde. Le phénomène s'observe avec une netteté particulière dans le cas du chlorure d'acétyle et du phénylacétylène :

$$a)\quad \underset{\text{Phénylacétylure de Na.}}{C^6H^5.C\equiv CNa} + \underset{\text{Chlorure d'acétyle.}}{O:\overset{Cl}{\overset{|}{C}}.CH^3} = \underset{\text{Dérivé sodé complexe soluble dans l'éther.}}{C^6H^5.C\equiv C.\overset{O\,Na\,Cl}{\overset{|}{C}}.CH^3};$$

$$b)\quad \underset{\text{Dérivé sodé complexe soluble dans l'éther.}}{C^6H^5.C\equiv C.\overset{O\,Na\,Cl}{\overset{|}{C}}.CH^3} = NaCl + \underset{\text{Acétylphénylacétylène.}}{C^6H^5.C\equiv C.\overset{O}{\overset{\|}{C}}.CH^3}.$$

Les *anhydrides d'acides* se comportent comme les chlorures d'acides; ils donnent naissance, par un mécanisme semblable, aux mêmes acétones acétyléniques (Nef; Ch. Moureu et R. Delange).

On peut rapprocher de ces réactions la synthèse directe des éthers-sels d'acides acétyléniques, que donnent les éthers chlorocarboniques par leur action sur les carbures acétyléniques sodés (Nef; Ch. Moureu et R. Delange) :

$$a)\quad \underset{\text{Œnanthylidène sodé.}}{C^7H^{11}.C{\equiv}CNa} + \underset{\text{Chloroformiate d'éthyle.}}{O{:}C(Cl).OC^2H^5} = \underset{\text{Dérivé sodé complexe.}}{C^7H^{11}.C{\equiv}C.C(ONa)(Cl).OC^2H^5}:$$

$$b)\quad \underset{\text{Dérivé sodé complexe.}}{C^7H^{11}.C{\equiv}C.C(ONa)(Cl).OC^2H^5} = NaCl + \underset{\text{Amylpropiolate d'éthyle.}}{C^7H^{11}.C{\equiv}C.CO.OC^2H^5}.$$

§ 4. — **Condensation des carbures acétyléniques avec les aldéhydes. Alcools primaires et secondaires à fonction acétylénique.**

Les carbures sodés $R.C{\equiv}CNa$ attaquent violemment les *aldéhydes* $R'.CHO$; si l'on traite ensuite par l'eau le produit de la réaction, on obtient des alcools à fonction acétylénique $R.C{\equiv}C.CHOH.R'$, qui résultent de l'union intégrale de l'hydrocarbure et de l'aldéhyde (Ch. Moureu et H. Desmots).

L'opération s'effectue au sein de l'éther absolu, et il est le plus souvent nécessaire de refroidir énergiquement. Le carbure sodé disparaît rapidement tout entier, et l'on obtient une liqueur limpide. On termine en versant le mélange dans deux ou trois volumes d'eau; l'alcool acétylénique, qui se trouve tout entier dans la solution éthérée, est isolé par rectification.

Le fait que le carbure se dissout dans la solution éthérée de l'aldéhyde prouve qu'il y a formation d'un dérivé sodé complexe soluble dans l'éther; l'action de l'eau met ensuite en liberté de la soude caustique et l'alcool acétylénique. Ici encore, c'est la double liaison entre le carbone et l'oxygène du carbonyle qui entre en jeu; exemple :

$$a)\quad \underset{\text{Œnanthylidène sodé.}}{C^7H^{11}.C{\equiv}CNa} + \underset{\text{Furfurol.}}{O{:}CH.C^4H^3O} = \underset{\text{Dérivé sodé de l'alcool acétylénique (soluble dans l'éther).}}{C^7H^{11}.C{\equiv}C.CH(ONa).C^4H^3O}:$$

$$b)\quad \underset{\text{Dérivé sodé de l'alcool acétylénique.}}{C^7H^{11}.C{\equiv}C.CH(ONa).C^4H^3O} + H^2O$$

$$= \underset{\text{Furfurol œnanthylidène.}}{C^7H^{11}.C{\equiv}C.CH(OH).C^4H^3O} + NaOH.$$

Ces condensations s'effectuent tant avec l'aldéhyde formique qu'avec les autres aldéhydes. Les alcools acétyléniques obtenus sont primaires, et ont pour formule générale $R.C{\equiv}C.CH^2OH$, dans le premier cas; ils sont secondaires et représentés par le schéma général $R.C{\equiv}C.CHOH.R'$, dans tous les autres cas. Comme source d'aldéhyde formique CH^2O, on emploie, soigneusement desséché au préalable, le polymère $(CH^2O)^n$ connu sous le nom de trioxyméthylène, lequel agit spontanément sur le carbure sodé en se dépolymérisant[1].

M. Iotsitch a montré que, pour condenser les carbures acétyléniques avec les aldéhydes, on pouvait remplacer, et souvent avec avantage, les dérivés sodés des hydrocarbures par leurs dérivés halogéno-organo-magnésiens; les produits ainsi obtenus se trouvent naturellement identiques à ceux que fournit notre méthode; exemple :

$$a)\quad C^6H^5.C{\equiv}CMgBr + O{:}CH.CCl^3 = C^6H^5.C{\equiv}C.CH(OMgBr).CCl^3;$$

$$b)\quad C^6H^5.C{\equiv}C\,CH(OMgBr).CCl^3 + H^2O$$

$$= \underset{\text{Chloral-phénylacétylène.}}{C^6H^5.C{\equiv}C.CH(OH).CCl^3} + Mg\begin{cases}Br\\OH\end{cases}.$$

§ 5. — **Condensation des carbures acétyléniques avec les acétones. Alcools tertiaires à fonction acétylénique.**

Le phénylacétylène, par sa condensation avec l'acétone ordinaire et l'acétophénone, a donné à M. Nef des alcools tertiaires à fonction acétylénique; exemple :

$$a)\quad \underset{\text{Phénylacétylène sodé.}}{C^6H^5.C{\equiv}CNa} + \underset{\text{Acétophénone.}}{O{:}C\begin{cases}CH^3\\C^6H^5\end{cases}} = \underset{\text{Alcool tertiaire acétylénique sodé.}}{C^6H^5.C{\equiv}C.C(ONa)\begin{cases}CH^3\\C^6H^5\end{cases}};$$

$$b)\quad C^6H^5.C{\equiv}C.C(ONa)\begin{cases}CH^3\\C^6H^5\end{cases} + H^2O$$

$$= \underset{\text{Alcool tertiaire acétylénique.}}{C^6H^5.C{\equiv}C.COH\begin{cases}CH^3\\C^6H^5\end{cases}} + NaOH.$$

La réaction n'a pu être, jusqu'ici, étendue à d'autres carbures acétyléniques. Au contraire, il résulte des expériences de M. Iotsitch que la condensation des divers carbures acétyléniques avec les *acétones* s'effectue facilement si l'on met en œuvre leurs dérivés halogéno-magnésiens. L'acétylène, que nous prenons comme exemple afin de mieux faire ressortir le caractère général de la

[1] C'est la première fois, à ma connaissance, que le trioxyméthylène était mis en œuvre, d'une manière simple et méthodique, dans la synthèse chimique. M. Blaise et MM. Grignard et Tissier l'ont employé avec succès, depuis, pour la préparation d'alcools primaires en partant des dérivés organo-halogéno-magnésiens $R.MgX$.

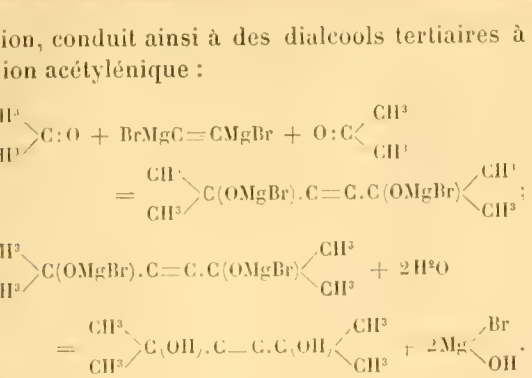
Comme le faisait si judicieusement observer M. Bouveault au cours d'un remarquable article paru récemment dans cette *Revue* (février 1904), l'action des aldéhydes sur les carbures acétyléniques sodés offre une frappante analogie avec les réactions que donnent ces mêmes aldéhydes avec les composés organo-zinciques ou organo-halogéno-magnésiens ordinaires (non acétyléniques); on sait, par exemple, que le zinc-éthyle conduit, avec les aldéhydes, à des alcools :

$$R.CHO \rightarrow R.CH\begin{cases}OZnC^2H^5\\C^2H^5\end{cases} \rightarrow R.CHOH.C^2H^5.$$

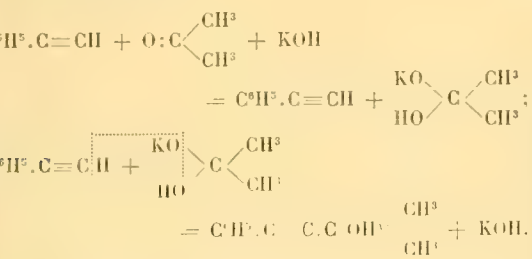
Cette condensation est aussi, selon la remarque du même auteur, en étroite parenté avec la méthode de synthèse des alcools nitrés, découverte il y a quelques années par M. Louis Henry, qui consiste à condenser les aldéhydes avec le nitro-méthane :

$$R.CHO \rightarrow R.CHONa.CH^2AzO^2 \rightarrow R.CHOH.CH^2AzO^2.$$

réaction, conduit ainsi à des dialcools tertiaires à fonction acétylénique :

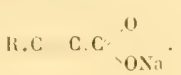


MM. Favorsky et Skosarevsky réalisent la condensation du phénylacétylène avec les acétones par le seul emploi de la potasse caustique agissant sur le mélange des deux corps. Il est probable que, dans cette réaction, le carbonyle fixe d'abord, par ouverture de la double liaison, les éléments de la potasse, et que l'alcali s'élimine ensuite entre ce composé potassique et l'hydrogène acétylénique du carbure ; exemple :

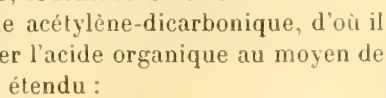


§ 6. — **Condensation des carbures acétyléniques avec l'anhydride carbonique. Acides acétyléniques.**

Une des propriétés les plus intéressantes des hydrocarbures acétyléniques sodés $R.C\equiv CNa$ est de fixer directement, comme l'a montré Glaser il y a déjà longtemps, les éléments de l'*anhydride carbonique*, avec formation de sels de sodium d'acides à fonction acétylénique :



La réaction s'effectue également, selon M. Iotsitch, avec les composés halogénomagnésiens : l'acétylène, par exemple, fournit ainsi le sel dibromomagnésien de l'acide acétylène-dicarbonique, d'où il est facile de libérer l'acide organique au moyen de l'acide sulfurique étendu :

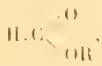


[1] De même que l'anhydride carbonique, l'anhydride sulfureux SO^2 est énergiquement absorbé par les carbures acétyléniques sodés, sans doute avec formation d'acides sulfiniques acétyléniques $R.C\equiv C.SO^2H$ (C. Moureu, expériences en cours).

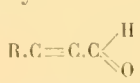
§ 7. — **Condensation des carbures acétyléniques avec les éthers-sels. Aldéhydes acétyléniques, acétones acétyléniques, éthers β-cétoniques.**

Les carbures acétyléniques sodés réagissent, et souvent avec une grande énergie, sur les *éthers-sels*. Nous distinguerons deux cas :

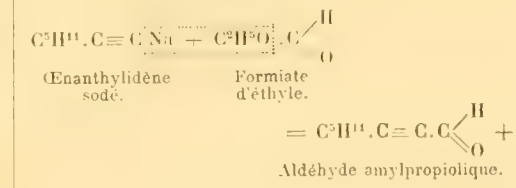
A. Avec les *éthers formiques* :



on obtient des aldéhydes à fonction acétylénique :

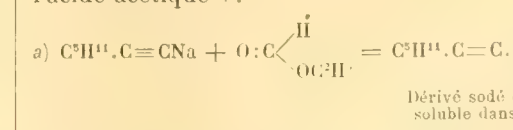


(Ch. Moureu et R. Delange). Le formiate d'éthyle et l'œnanthylidène sodé, par exemple, fournissent ainsi l'aldélyde amylpropiolique :



Pour pratiquer l'opération, on traite, au voisinage de 0°, le carbure sodé, en suspension dans l'éther, par l'éther formique ; le mélange s'éclaircit rapidement et devient bientôt sensiblement limpide, par suite de la dissolution totale du dérivé sodé. On verse ensuite le tout dans un excès d'eau glacée (MM. Charon et Dugoujon conseillent d'additionner au préalable le mélange d'acide acétique, ce qui, dans quelques cas, améliore notablement les rendements), et l'on retire l'aldéhyde de la liqueur éthérée par distillation.

Il est maintenant facile, d'après ces données, d'expliquer le mécanisme de la réaction. L'action du carbure sodé sur l'éther formique, en présence d'éther absolu, fournissant une liqueur limpide, et sachant que l'éthylate de sodium n'est pas soluble dans l'éther, l'éthylate de sodium ne s'élimine pas directement ; il se forme d'abord un dérivé sodé complexe soluble dans l'éther, et l'action ultérieure de l'eau le décompose avec mise en liberté d'alcool et de soude caustique (d'acétate alcalin si l'on a fait le traitement préalable à l'acide acétique[1]) :



[1] Depuis la publication de notre travail, MM. L. Gattermann et F. Maffezzoli ont fait connaître une méthode générale de synthèse des aldéhydes (non acétyléniques), qui consiste à faire réagir le formiate d'éthyle sur les dérivés halogéno-magnésiens R.MgBr, et qui est par conséquent analogue à celle que nous avons découverte.

b) $C^5H^{11}.C{\equiv}C.C{<}^{H}_{O}{-}ONa$ + H^2O
(OC H)

Dérivé sodé complexe soluble dans l'éther.

$$= C^5H^{11}.C{\equiv}C.C{<}^{H}_{O} + C^5H^{11}OH + NaOH.$$

B. Les *autres éthers-sels* R. CO^2R' se comportent, suivant les cas, de deux manières totalement différentes.

1° Tantôt il y a formation d'une acétone acétylénique (— C ≡ C.CO —), par un processus en tout semblable à celui de la synthèse des aldéhydes acétyléniques qui vient d'être décrite (Ch. Moureu et R. Delange). Le butyrate d'amyle et le phénylacétylène sodé, par exemple, fournissent ainsi le butyrylphénylacétylène :

a) $CH^3.CH^2.CH^2.C{<}^{O}_{OC^5H^{11}}$ + $NaC{=}C.C^6H^5$

$$= CH^3.CH^2.CH^2.C{<}^{ONa}_{OC^5H^{11}}$$
$$C{=}C.C^6H^5$$

Dérivé sodé complexe soluble dans l'éther.

b) $CH^3.CH^2.CH^2.C{<}^{O\,Na}_{OC^5H^{11}}$ + H^2O
$C{=}C.C^6H^5$

Dérivé sodé complexe soluble dans l'éther.

$$= CH^3.CH^2.CH^2.CO.C{\equiv}C.C^6H^5 + NaOH + C^5H^{11}OH.$$

Butyrylphénylacétylène.

2° Tantôt, chose curieuse, le carbure sodé agit sur l'éther-sel comme agent de condensation, et l'on obtient l'éther β-cétonique correspondant, lequel pourra être, d'ailleurs, substitué ou non substitué ; exemple :

$CH^3.COOC^5H^{11}$ + $HCH^2.CO^2C^5H^{11}$

Acétate d'amyle (2 mol.).

$$CH^3.CO.CH^2.CO^2C^5H^{11} + C^5H^{11}OH.$$

Acétylacétate d'amyle.

$CH^3.CH{<}^{OC^2H^5}_{H}.CO^2C^2H^5$ = $CH^3.CH{<}^{CO.CH^2.CH^3}_{CO^2C^2H^5}$ + C^2H^5OH.

Propionate d'éthyle (2 mol.). Méthyl-propionyl-acétate d'éthyle (propionylpropionate d'éthyle).

Pour saisir le mécanisme de la réaction, il convient de dire tout d'abord que, comme précédemment, l'action du carbure sodé sur l'éther-sel dilué dans l'éther absolu fournit finalement une liqueur sensiblement limpide, tout en étant d'ailleurs plus ou moins colorée, et que, par conséquent, il y a formation d'un dérivé sodé complexe, soluble dans l'éther. Dans le cas de l'acétate d'amyle et du phénylacétylène sodé, par exemple, ce dérivé complexe sera représenté par la formule :

$$CH^3.C{<}^{ONa}_{OC^5H^{11}}{-}C{\equiv}C.C^6H^5 .$$

En second lieu, il est évident que la formation de l'éther β-cétonique exige le concours de deux molécules de ce composé, entre lesquelles il s'éliminera une molécule d'alcool amylique, de la façon suivante :

$CH^3.C{<}^{ONa}_{OC^5H^{11}}{-}C{=}C.C^6H^5$
$H\,CH^2.C{-}C{<}^{ONa}_{OC^5H^{11}}\;C.C^6H^5$

$$= C^5H^{11}.OH + CH^3.C{<}^{ONa}_{CH^2.C{-}C{<}^{ONa}_{OC^5H^{11}}}\;C.C^6H^5$$

Dérivé sodé double soluble.

Enfin, l'action de l'eau, en décomposant ce dérivé sodé double, mettra en liberté l'éther β-cétonique et de la soude caustique, avec régénération du carbure acétylénique :

$CH^3.C{<}^{O\,Na}_{CH^2.C{-}C{<}^{O\,Na}_{OC^5H^{11}}}\;C.C^6H^5$ + $2H^2O$

$$= CH^3.CO.CH^2.CO^2C^5H^{11} + 2C^6H^5.C{\equiv}CH + 2NaOH.$$

Acétylacétate d'amyle. Phénylacétylène.

Si cette théorie est juste, il est clair que les éthers-sels où le carbone voisin du carboxyle ne porte pas d'hydrogène ne sauraient donner des éthers β-cétoniques. L'expérience vérifie cette prévision.

Je dois ajouter, enfin, que l'action des carbures acétyléniques sodés sur les éthers-sels paraît assez capricieuse. C'est ainsi, notamment, que le butyrate d'amyle $CH^3.CH^2.CH^2.CO^2C^5H^{11}$ fournit, avec l'œnanthylidène, un éther β-cétonique, l'éthylbutyryl-acétate d'amyle (butyryl-butyrate d'amyle) :

$$CH^3.CH^2.CH{<}^{CO.CH^2.CH^2.CH^3}_{CO^2C^5H^{11}}.$$

tandis que le même éther, quand on met en œuvre le phénylacétylène, conduit, comme on l'a vu, à une acétone acétylénique, le butyrylphénylacétylène $C^6H^5.C{\equiv}C.CO.CH^2.CH^2.CH^3$.

L'action condensante qu'exercent les carbures acétyléniques sur les éthers-sels, avec formation d'éthers β- cétoniques, ne saurait avoir, pour le moment du moins, aucune application pratique, à cause de la difficulté d'obtention des carbures eux-mêmes, encore que ceux-ci soient régénérés à l'état libre par le traitement à l'eau et qu'ils puissent être récupérés en majeure partie par rectification directe ou en les précipitant à l'état de composés

cupriques. Mais la réaction, qui était absolument inattendue, est encore sans analogue dans la littérature chimique; elle présente un intérêt théorique incontestable.

§ 8. — **Condensation des carbures acétyléniques avec l'éther orthoformique. Synthèse d'acétals d'aldéhydes acétyléniques.**

L'éther orthoformique réagit nettement sur les dérivés halogénomagnésiens des carbures acétyléniques en donnant des acétals d'aldéhydes acétyléniques, d'après l'équation suivante (Ch. Moureu et R. Delange) :

$$C^5H^{11}.C \equiv C\boxed{MgBr + OC^2H^5}.CH\begin{cases}OC^2H^5\\OC^2H^5\end{cases}$$

Œnanthylidène-bromure de magnésium. — Ether orthoformique.

$$= C^2H^5OMgBr + C^5H^{11}.C{=}C.CH\begin{cases}OC^2H^5\\OC^2H^5\end{cases}.$$

Alcool bromomagnésien. — Acétal de l'aldéhyde amylpropiolique.

Il est ensuite facile, en hydrolysant les acétals, d'obtenir les aldéhydes [1].

II. — Réactions où la fonction acétylénique est attaquée, sans dédoublement de la molécule.

La liaison acétylénique ($-C\equiv C-$) peut s'ouvrir sous l'action de différents réactifs, avec formation de composés éthyléniques ($>C=C<$) ou saturés ($\geqslant C.C\leqslant$).

§ 1. — **Hydrogénation d'acides acétyléniques. Synthèses d'acides gras saturés.**

L'hydrogénation des acides acétyléniques $R.C\equiv C.CO^2H$ appartenant à la série grasse a été pratiquée avec succès par MM. Ch. Moureu et R. Delange; ils ont réalisé ainsi, notamment, la synthèse des acides caprylique $C^5H^{11}.CH^2.CH^2.CO^2H$ et pélargonique $C^6H^{13}.CH^2.CH^2.CO^2H$.

§ 2. — **Hydratation d'acétones acétyléniques et d'acides acétyléniques. Méthodes de synthèse de β-dicétones et d'acides et éthers β-cétoniques.**

Relativement à la saturation de la liaison acétylénique par hydratation ($-C\equiv C- \rightarrow -CO.CH^2-$), je rappellerai : 1° l'emploi de l'acide sulfurique concentré, avec traitement ultérieur par l'eau (Friedel et Balson, Béhal); 2° l'emploi des solutions aqueuses de sels mercuriques (Koutcheroff); 3° la fixation à chaud des acides organiques, avec action subséquente de l'eau (Béhal et Desgrez); 4° l'hydratation directe par l'action de l'eau seule à haute température (Desgrez). Ces réactions sont, depuis un certain temps déjà, dans le domaine classique.

A. La méthode à l'acide sulfurique, appliquée aux acétones acétyléniques, a permis leur transformation régulière en β-dicétones (Nef; Moureu et Delange); ex. :

$$C^5H^{11}.C \equiv C.CO.CH^3 + H^2O = C^5H^{11}.CO.CH^2.CO.CH^3.$$

Acétylœnanthylidène. — Acétyl-caproyl-méthane.

B. En employant le même réactif, il y a déjà longtemps que M. Baeyer a obtenu l'éther benzoylacétique, en partant de l'éther phénylpropiolique $C^6H^5.C \equiv C.CO^2C^2H^5 \rightarrow C^6H^5.CO.CH^2.CO^2C^2H^5$.

Au contraire, d'après les expériences de MM. Ch. Moureu et R. Delange, le procédé n'est pas applicable aux acides de la série grasse. Ces auteurs, en revanche, ont trouvé dans l'emploi de la potasse alcoolique à chaud un moyen pratique de réaliser l'hydratation; exemple :

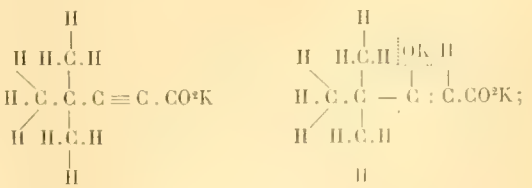
$$C^5H^{11}.C \equiv C.CO^2H + H^2O = C^5H^{11}.CO.CH^2.CO^2H.$$

Acide amylpropiolique. — Acide caproylacétique.

Les acides β-cétoniques peuvent ensuite être éthérifiés à froid, en présence d'acide sulfurique, et fournir ainsi les éthers β-cétoniques (Ch. Moureu et R. Delange).

Quant au mécanisme même de l'hydratation des acides acétyléniques, on peut supposer qu'il y a fixation de potasse sur la liaison acétylénique, avec formation d'un dérivé alcalin énolique ($R.C\equiv C\,CO^2K \rightarrow R.C(OK) : CH.CO^2K$), d'où il est facile ensuite de mettre en liberté l'acide β-cétonique $R.CO.CH^2.CO^2H$ au moyen de l'acide sulfurique ou chlorhydrique.

Nous avons rencontré un acide qu'il nous a été impossible d'hydrater, l'acide triméthyltétrolique $(CH^3)^3C.C\equiv C.CO^2H$, lequel résulte de la fixation de l'anhydride carbonique sur le triméthylallylène $(CH^3)^3C.C\equiv CH$. Si la théorie de l'hydratation que je viens de proposer est plausible, cette exception ne doit pas nous surprendre. L'addition d'alcali, en effet, à la liaison acétylénique ne peut, faute de place dans l'espace, qu'être gênée par le voisinage des atomes d'hydrogène des groupements méthyle, comme on peut s'en rendre compte en examinant les schémas suivants :



ou bien, si cette addition a lieu, la proximité immédiate du résidu OK et de l'hydrogène des groupes méthyle doit provoquer immédiatement l'élimina-

[1] Je rappellerai, à ce sujet, que M. Bodroux, d'une part, et M. Tschitschibabin, de l'autre, ont indiqué une méthode de synthèse des acétals ordinaires (non acétyléniques) qui consiste à faire réagir l'éther orthoformique sur les dérivés halogéno-organo-magnésiens RMgX.

tion de la potasse fixée tout d'abord[1]. L'hydratation ne doit donc pas se produire, ou tout au moins elle ne peut être que très difficile à réaliser.

§ 3. — **Condensation des éthers acétyléniques avec les alcools. Synthèses d'éthers β-acétaliques et d'éthers éthyléniques β-oxyalcoylés.**

La potasse alcoolique, comme on vient de le voir, hydrate régulièrement les acides acétyléniques $R.C\equiv C.CO^2H$ et les convertit ainsi en acides β-cétoniques $R.CO.CH^2.CO^2H$. Je montrerai, d'autre part, dans la troisième partie de cet article, que les solutions aqueuses bouillantes d'alcalis, en agissant sur les mêmes acides, scindent la molécule en donnant des acétones $R.CO.CH^3$. Ce sont ces considérations qui m'ont tout naturellement amené à étudier l'action des alcools sodés, en l'absence de toute trace d'eau, sur les acides acétyléniques, ou plutôt sur leurs éthers.

Quand on mélange un éther acétylénique $R.C\equiv C.CO^2R'$ avec la solution d'un alcool sodé dans l'alcool correspondant R'OH, une vive réaction se déclare presque aussitôt : la liqueur s'échauffe en se colorant très légèrement, et arrive parfois à bouillir spontanément. Deux produits prennent ainsi naissance simultanément : l'éther β-acétalique $R.C(OR')^2.CH^2.CO^2R'$, d'une part, et l'éther éthylénique β-oxyalcoylé $R.C(OR') : CH.CO^2R'$, de l'autre. L'un et l'autre se forment par ouverture de la liaison acétylénique sous l'influence de l'alcool sodé ; le second résulte de la fixation d'une molécule, et le premier de la fixation de deux molécules d'alcool, aucune trace d'éther acétylénique n'échappant d'ailleurs à l'action du réactif (Ch. Moureu) ; exemple :

a) $C^5H^{11}.C\equiv C.CO^2C^2H^5 + C^2H^5OH$
Amylpropiolate d'éthyle.

$= C^5H^{11}.C(OC^2H^5) : CH.CO^2C^2H^5$;
β-amyl-β-éthoxyacrylate d'éthyle.

b) $C^5H^{11}.C\equiv C.CO^2C^2H^5 + 2\,C^2H^5OH$
Amylpropiolate d'éthyle.

$= C^5H^{11}.C(OC^2H^5)^2.CH^2.CO^2C^2H^5$.
Diéthylacétal du caproylacétate d'éthyle.

En opérant dans des conditions favorables de température et de concentration, il a été possible, dans quelques cas, de produire exclusivement de l'éther β-acétalique. Quoi qu'il en soit, on obtient toujours l'éther éthylénique β-oxyalcoylé pur $R.C(OR') : CH.CO^2R'$ quand on soumet à l'action de la chaleur (vers 175°) soit l'éther β-acétalique $R.C(OR')^2.CH^2.CO^2R'$, soit son mélange avec l'éther éthylénique β-oxyalcoylé, constituant le produit brut de l'action de l'alcool sodé R'OH sur l'éther acétylénique $R.C\equiv C.CO^2R'$; exemple :

$C^6H^5.C(OCH^3)^2.CH^2.CO^2CH^3$
Diméthylacétate du benzoylacétate de méthyle.

$= C^6H^5.C(OCH^3) : CH.CO^2CH^3 + CH^3OH$.
β-phényl-β-méthoxyacrylate de méthyle.

Éthers β-acétaliques et éthers éthyléniques β-oxyalcoylés sont hydrolysables par l'acide sulfurique dilué, avec élimination d'une ou deux molécules d'alcool R'OH, et formation d'éthers β-cétoniques $R.CO.CH^2.CO^2R'$. L'hydrolyse poussée à fond conduit toujours à l'acétone correspondante $R.CO.CH^3$.

Les acides résultant de la saponification de ces divers éthers sont tous régulièrement décomposables par la chaleur avec perte d'anhydride carbonique. Les acides β-acétaliques $R.C(OR')^2.CH^2.CO^2H$ donnent ainsi des acétals d'acétones $R.C(OR')^2.CH^3$, et les acides éthyléniques β-oxyalcoylés $R.C(OR') : CH.CO^2H$ fournissent des carbures éthyléniques β-oxyalcoylés $R.C(OR') : CH^2$ (Ch. Moureu).

En ce qui concerne le mécanisme de la fixation des alcools R'OH sur les éthers acétyléniques $R.C\equiv C.CO^2R'$ au moyen des alcools sodés R'ONa, on peut admettre que la réaction donne d'abord naissance aux dérivés sodés $R.C(OR') : CNa.CO^2R$ et $R.C(OR')^2.CNa^2.CO^2R'$, et qu'ensuite l'action de l'eau met en liberté, en même temps que de la soude caustique, les éthers acétaliques $R.C(OR')^2.CH^2.CO^2R'$, et les éthers éthyléniques β-oxyalcoylés $R.C(OR') : CH.CO^2R'$.

Avant de quitter ce sujet particulier, je dois rappeler que MM. Haller et Blanc ont obtenu, en faisant réagir les iodures alcoliques R'I sur les dérivés argentiques des éthers acylcyanacétiques :

$$R.C(OAg) : C\begin{cases} CAz \\ CO^2C^2H \end{cases},$$

des éthers éthyléniques β-oxyalcoylés à fonction nitrile :

$$R.C(OR') : C\begin{cases} CAz \\ CO^2C^2H \end{cases}.$$

A la fonction nitrile près, ces composés, quoique formés dans des réactions entièrement différentes, sont semblables à ceux que j'ai préparés en partant des éthers acétyléniques.

§ 4. — **Condensation des éthers acétyléniques avec les phénols et les thiophénols. Synthèse d'éthers éthyléniques β-oxyphénolés et β-thiophénolés. Dérivés pyroniques.**

Les phénols, comme l'a montré M. Siegfried Ruhemann (seul ou en collaboration avec M. Beddow ou M. Stapleton), se condensent de même

[1] Dans cette hypothèse, l'hydrogène de KOH, qui s'était momentanément fixé sur le carbone voisin du carboxyle, ira prendre la place de celui qui, emprunté à un groupe méthyle, a formé de la potasse avec le résidu OK.

avec les éthers acétyléniques. Le phénol et le phénylpropiolate d'éthyle, par exemple, fournissent le « phénoxycinnamate d'éthyle » $C^6H^5.C(OC^6H^5) : CH.CO^2C^2H^5$. Les corps ainsi formés ont des propriétés analogues aux dérivés oxyalcoylés correspondants. Les auteurs, dans une réaction aussi simple qu'élégante, ont, en outre, pu les transformer en dérivés de la benzo-γ-pyrone, par simple déshydratation; exemple :

$$\begin{array}{c} CO^2H.C:CH.CO^2H \\ | \\ O.C^6H^5 \end{array} \rightarrow \begin{array}{c} CO^2H.C:CH \\ | \qquad\quad > CO. \\ O.C^6H^4 \end{array}$$

Les thiophénols se comportent comme les phénols eux-mêmes vis-à-vis des éthers acétyléniques. Ils donnent des dérivés monosulfurés, comme le « thiophénylcinnamate d'éthyle » $C^6H^5.C(S.C^6H^5) : CH\ CO^2C^2H^5$, et même disulfurés (β-thioacétaliques), tel le « dithiophénylsuccinate d'éthyle » $CO^2C^2H^5.C(SC^6H^5)^2.CH^2.CO^2C^2H^5$ (Ruhemann et Stapleton).

§ 5. — **Condensation des acétones acétyléniques avec les alcools et les phénols. Synthèse d'acétones acétyléniques β-oxyalcoylées et β-oxyphénolées.**

De même que les éthers acétyléniques, les acétones acétyléniques $R.C{\equiv}C.CO.R'$ réagissent plus ou moins énergiquement sur les dérivés sodés des alcools et des phénols. Le produit de la réaction, traité par l'eau, fournit des acétones β-oxyalcoylées ou β-oxyphénolées à fonction éthylénique $R.C(OR') : CH.CO.R'$, résultant de l'addition pure et simple d'une molécule d'alcool ou de phénol $R'OH$ à l'acétone acétylénique mise en œuvre (Ch. Moureu et M. Brachin); exemple :

$$\underset{\text{Butyrylphénylacétylène.}}{C^6H^5.C{\equiv}C\ CO.C^3H^7} + \underset{\text{Alc. éthylique.}}{C^2H^5.OH}$$
$$= \underset{\text{2-éthoxy-1-butyryl-styrolène.}}{C^6H^5.\overset{2}{C}(OC^2H^5) : \overset{1}{C}H.CO.C^3H^7}.$$

$$\underset{\text{Propionylphénylacétylène.}}{C^6H^5.C{\equiv}C.CO.C^2H^5} + \underset{\text{Gaïacol.}}{C^6H^4 < \begin{matrix} OCH^3\ (1) \\ OH\ (2) \end{matrix}}$$
$$= \underset{\text{2-Gaïacoxy-1-butyryl-styrolène.}}{C^6H^5.\overset{2}{C}(OC^6H^4.OCH^3) : \overset{1}{C}H.CO.C^2H^5}.$$

Les acétones éthyléniques oxyalcoylées ou oxyphénolées ainsi obtenues sont des composés énoliques; les acides dilués les hydrolysent facilement, les transformant ainsi en β-dicétones; exemple :

$$\underset{\text{2-Phénoxy-1-butyryl-styrolène.}}{C^6H^5.\overset{2}{C}(OC^6H^5) : \overset{1}{C}H.CO.C^3H^7} + H^2O$$
$$= \underset{\text{Butyrylbenzoylméthane.}}{C^6H^5.CO.CH^2.CO.C^3H^7} + \underset{\text{Phénol.}}{C^6H^5.OH}.$$

L'hydroxylamine engendre, en agissant sur ces acétones énoliques, des isoxazols, grâce à la perte immédiate d'une molécule d'alcool ou de phénol, avec fermeture de chaîne qu'éprouve l'oxime primitivement formée (Ch. Moureu et M. Brachin); exemple :

$$\underset{\text{2-éthoxy-1-butyryl-styrolène.}}{C^6H^5.\overset{2}{C}(OC^2H^5) : \overset{1}{C}H.CO.C^3H^7}$$

$$\rightarrow \underset{\text{Oxime.}}{\begin{array}{c} C^6H^5.C(OC^2H^5) : CH.C.C^3H^7 \\ \qquad\qquad\qquad\quad \| \\ \qquad\qquad\qquad\quad Az \\ \qquad\qquad\qquad\quad | \\ \qquad\qquad\qquad\quad OH \end{array}} \rightarrow \underset{\text{3-propyl-5-phénylisoxazol.}}{\begin{array}{c} CH \overset{4}{=} \overset{3}{C}.C^3H^7 \\ C^6H^5.C \overset{5}{<} \overset{1}{O} \overset{2}{>} Az \end{array}}$$

Parallèlement, on obtient avec l'hydrazine, non des hydrazones, mais des pyrazols.

§ 6. — **Condensation des carbures acétyléniques avec les alcools. Synthèse de carbures éthyléniques β-oxyalcoylés.**

On a vu plus haut que la décomposition par la chaleur des acides éthyléniques β-oxyalcoylés constitue une méthode régulière d'obtention des carbures éthyléniques oxyalcoylés possédant la constitution générale $RC(OR') : CH^2$. En vue de préparer les isomères de la forme $RCH : CH(OR')$, j'ai songé à faire agir directement, sur les carbures acétyléniques vrais $R.C{\equiv}CH$, les alcools sodés, qui, ainsi que nous l'avons montré, opèrent facilement la condensation des alcools avec les éthers acétyléniques. L'œnanthylidène $C^5H^{11}.C{\equiv}CH$, carbure de la série grasse, a, dans ces conditions, simplement subi l'isomérisation en carbure acétylénique bisubstitué $C^4H^9.C{\equiv}C.CH^3$, comme il le fait sous l'action de la potasse alcoolique (Favorsky). Au contraire, le phénylacétylène $C^6H^5.C{\equiv}CH$, carbure cyclique, fixe, sous l'action des alcools sodés en solution concentrée, à chaud, 1 mol. d'alcool, en donnant les carbures oxyalcoylés $C^6H^5.CH = CH(OR)$. Ces carbures s'hydrolysent par l'acide sulfurique dilué avec formation d'aldéhyde phénylacétique, ce qui établit leur constitution; ex. :

$$\underset{\text{2-phényl-1-isobutoxy-éthylène.}}{C^6H^5.CH : CH(OC^4H^9)} + H^2O = \underset{\text{Ald. phénylacétique.}}{C^6H^5.CH^2.CHO} + \underset{\text{Alcool isobutylique.}}{C^4H^9.OH}.$$

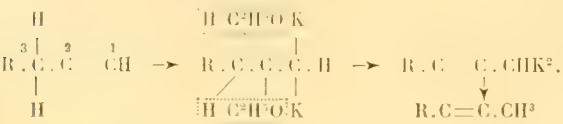
En opposition avec ces résultats, il convient de rappeler qu'en chauffant l'allylène $CH^3.C{\equiv}CH$ avec de la potasse alcoolique, Favorsky fixa le résidu oxyalcoylé non en position 1, mais en position 2, et obtint ainsi le 2-méthyl-2-éthoxyéthylène $(CH^3)C(OC^2H^5) : CH^2$. Au contraire, l'action du même réactif fournit à Nef le même produit que l'éthylate de sodium, c'est-à-dire le 2-phényl-1-éthoxyéthylène $C^6H^5.CH : CH(OC^2H^5)$.

Un fait depuis longtemps classique est l'isomération que subissent les carbures acétyléniques de la forme $R.CH^2.C{\equiv}CH$ sous l'action de la potasse alcoolique à chaud : ils sont convertis ainsi en carbures bisubstitués, par simple déplacement de la triple liaison $R.C{\equiv}C(CH^3)$ (Favorsky). Le

savant chimiste russe a montré, de plus, que les carbures bisubstitués sont susceptibles de retourner au type carbure acétylénique vrai quand on les chauffe avec du sodium. Ces deux transformations, réciproques l'une de l'autre, sont curieuses au premier chef[1].

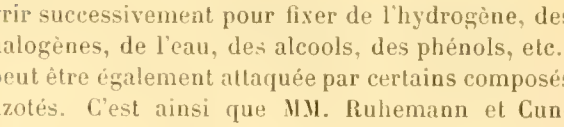
Si la seconde réaction est encore une énigme, on peut, par contre, pour expliquer le mécanisme de la première, supposer que la liaison acétylénique s'ouvre d'abord par addition de deux molécules de potasse, pour se reformer ensuite en position 2-3, avec séparation de l'alcali transitoirement fixé :

On peut admettre aussi — et l'isomérisation que nous avons observée en mettant en œuvre les alcools sodés légitimerait plutôt cette supposition — que la potasse alcoolique agit par l'alcool potassé C^2H^5OK qu'elle renferme, de la façon suivante : deux molécules d'alcool potassé se fixent d'abord sur la liaison acétylénique, et l'action ultérieure de l'eau met en liberté de l'alcool et de la potasse caustique, en créant la triple liaison en position 2-3 :

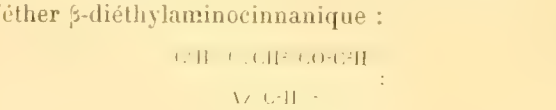


§ 7. — Condensation des éthers acétyléniques avec les amines secondaires. Synthèse d'éthers éthyléniques aminés.

La liaison éthylénique, que nous avons vue s'ouvrir successivement pour fixer de l'hydrogène, des halogènes, de l'eau, des alcools, des phénols, etc., peut être également attaquée par certains composés azotés. C'est ainsi que MM. Ruhemann et Cunnington ont pu condenser les amines secondaires avec les éthers acétyléniques. Avec le phénylpropiolate d'éthyle et la diéthylamine, ils ont obtenu l'éther β-diéthylaminocinnanique :



et, avec l'éther acétylène-dicarbonique, l'éther diéthylamino-fumarique :



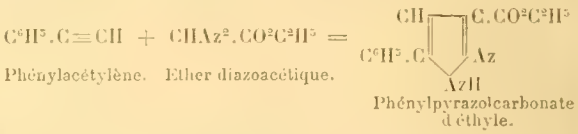
[1] Remarquons, à ce propos, que l'isomérie des carbures acétyléniques vrais et des carbures bisubstitués n'est pas sans analogie avec celle, si curieuse, des nitriles et des carbylamines de M. Armand Gautier :

$R.CH^2.C \equiv CH \rightarrow R.C \equiv C.CH^3 \qquad R.C \equiv Az \rightarrow R.Az \equiv C.$

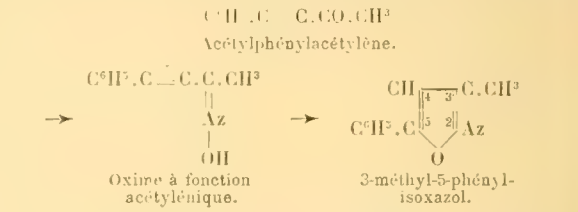
§ 8. — Synthèse de composés divers à chaîne fermée.

Les corps à fonction acétylénique, grâce à la facilité, démontrée par ce qui précède, avec laquelle la triple liaison est susceptible de s'ouvrir pour se convertir en liaison éthylénique, peuvent conduire, par condensation avec des substances de nature diverse, à des composés hétérocycliques d'une grande variété. Citons quelques exemples, choisis parmi les plus simples :

1° Buchner et Lehmann, en traitant le phénylacétylène par l'éther diazoacétique, ont obtenu le phénylpyrazolcarbonate d'éthyle :

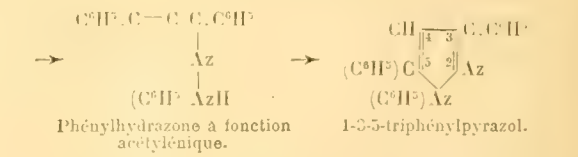


2° L'hydroxylamine, en agissant sur les acétones acétyléniques, fournit directement des isoxazols, par isomérisation, avec fermeture de chaîne, des oximes à fonction acétylénique initialement formées (Ch. Moureu et M. Brachin) ; exemple :



L'aldéhyde propiolique $CH \equiv C.CHO$ fournit de même directement l'isoxazol le plus simple C^3H^3AzO (L. Claisen). Selon le même auteur, l'oxime de l'aldéhyde phénylpropiolique $C^6H^5.C \equiv C.CH : AzOH$ est un corps relativement stable, qui ne se transforme en phénylisoxazol qu'au contact de l'éthylate de sodium. L'action de l'hydroxylamine sur plusieurs aldéhydes acétyléniques nous a fourni directement, au contraire, les isoxazols correspondants.

3° Les acétones acétyléniques réagissent sur les hydrazines, par un mécanisme semblable, en donnant des pyrazols (Ch. Moureu et M. Brachin) ; exemple :



On observe une réaction analogue avec l'aldéhyde propiolique, qui, en agissant sur l'hydrazine et sur la phénylhydrazine, fournit le pyrazol le plus simple $C^3H^3Az.AzH$, et le phénylpyrazol $C^3H^3Az.AzC^6H^5$ (L. Claisen).

4° Mentionnons enfin, comme exemple parti-

culièrement intéressant, l'action de l'urée sur le phénylpropiolate d'éthyle, qui conduit à la formation de benzylidène-hydantoïne (Ruhemann et Stapleton) :

Phénylpropiolate d'éthyle + Urée. Benzylidène-hydantoïne.

III. — Réactions de dédoublement, avec ou sans persistance de la fonction acétylénique.

Lorsque deux fonctions coexistent dans le même composé, on sait qu'elles s'influencent toujours réciproquement, dans une mesure qui varie avec la nature des deux fonctions et leurs positions relatives dans la molécule. Le fait s'observe avec netteté lorsque, dans une molécule, une fonction acétylénique est immédiatement contiguë à une autre fonction. Les réactions suivantes, qui ont trait à l'action de la chaleur ou des alcalis sur divers composés acétyléniques, sont, à cet égard, particulièrement intéressantes à signaler.

§ 1. — Dédoublements sous l'action de la chaleur.

1° Quand on cherche à distiller les acides acétyléniques $R.C\equiv C.CO^2H$ sous la pression atmosphérique, on observe, ainsi que Glaser l'a montré le premier il y a déjà longtemps, un dégagement d'anhydride carbonique, et le produit qui passe à la distillation n'est autre que le carbure acétylénique correspondant $R.C\equiv CH$; exemple :

$$\underset{\text{Acide phénylpropiolique.}}{C^6H^5.C\equiv C.CO^2H} = CO^2 + \underset{\text{Phénylacétylène.}}{C^6H^5.C\equiv CH}.$$

Ce dédoublement, qui constitue peut-être le plus sûr moyen de préparer un carbure acétylénique à l'état rigoureusement pur (on sait combien l'obtention des carbures acétyléniques parfaitement purs est difficile), n'est, en réalité, qu'un cas particulier d'une réaction générale, et tous les acides carboxylés $R.CO^2H$ sont susceptibles de se dédoubler d'une manière analogue sous l'action de la chaleur. Mais, s'il est vrai que l'acide acétique $CH^3.CO^2H$, par exemple, peut fournir ainsi du méthane CH^4, la réaction n'a lieu qu'au rouge sombre, et elle est, d'ailleurs, accompagnée de plusieurs réactions secondaires. L'acide cinnamique $C^6H^5.CH:CH\,CO^2H$ et la plupart des acides acryliques substitués subissent beaucoup plus facilement et avec régularité cette décomposition avec perte de gaz carbonique, grâce au voisinage immédiat de la fonction acide et de la liaison éthylénique. Mais la facilité de dédoublement, toutes choses égales d'ailleurs, est maxima dans le cas des acides acétyléniques $R.C\equiv C.CO^2H$, où le voisinage de la triple liaison augmente à un haut degré la mobilité et l'instabilité du carboxyle. Sous ce rapport, les acides acétyléniques sont comparables aux acides β-cétoniques $R.CO.CH^2.CO^2H$, dont ils diffèrent simplement par les éléments de l'eau, et avec lesquels ils ont les liens les plus étroits de parenté.

2° Un dédoublement analogue a été observé par L. Claisen pour l'aldéhyde phénylpropiolique. Ce composé fournit, sous l'action de la chaleur, un dégagement régulier d'oxyde de carbone :

$$\underset{\text{Aldéhyde phénylpropiolique.}}{C^6H^5.C\equiv C.CHO} = CO + \underset{\text{Phénylacétylène.}}{C^6H^5.C\equiv CH}.$$

Ici, également, nous sommes en présence d'un cas particulier d'une réaction générale, et l'on sait, par exemple, que, lorsque des vapeurs d'acétaldéhyde $CH^3.CHO$ passent dans un tube de porcelaine chauffé au rouge, on trouve, parmi les produits de décomposition, du méthane et de l'oxyde de carbone. Mais la régularité du dédoublement observé par L. Claisen contraste singulièrement avec la complexité de la réaction dans le cas de l'acétaldéhyde, et elle a pour cause, sans aucun doute, la présence d'une fonction acétylénique immédiatement à côté du carbonyle.

§ 2. — Dédoublements sous l'action des alcalis

1. *Alcools acétyléniques.* — MM. Favorsky et Skosarevsky ont constaté que les alcools tertiaires à fonction acétylénique :

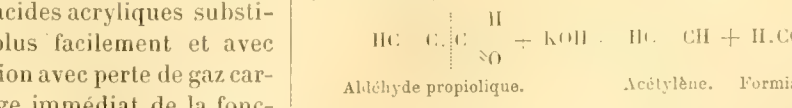
$$R.C\equiv C.COH\begin{cases}R'\\R''\end{cases}$$

sont dédoublés par les solutions aqueuses de potasse, avec régénération du carbure acétylénique et de l'acétone qui ont donné naissance à ces alcools par leur condensation ; exemple :

$$C^6H^5.C\equiv C.COH(CH^3)^2 = \underset{\text{Phénylacétylène.}}{C^6H^5.C\equiv CH} + \underset{\text{Acétone ordin.}}{CO(CH^3)^2}.$$

On peut observer une décomposition analogue, quoique beaucoup moins nette, avec les alcools acétyléniques secondaires et même primaires (Ch. Moureu, expériences inédites).

2. *Aldéhydes et acétones acétyléniques.* — *a*) L'aldéhyde propiolique, sous l'action des alcalis, est immédiatement décomposé, avec mise en liberté d'acide formique et dégagement d'acétylène (L. Claisen) :



Aldéhyde propiolique. Acétylène. Formiate de K.

Les divers aldéhydes acétyléniques subissent, plus ou moins nettement, un dédoublement ana-

logue (L. Claisen; Ch. Moureu et R. Delange); exemple :

$$C^5H^{11}.C\equiv C.CHO + KOH = C^5H^{11}.C\equiv CH + H.CO^2K.$$

Aldéhyde amylpropiolique. Œnanthylidène. Formiate de K.

Il en est de même de certaines acétones acétyléniques :

L'acétylphénylacétylène est dédoublé ainsi, quantitativement, en phénylacétylène et acide acétique (Ch. Moureu et R. Delange) :

$$C^6H^5.C\equiv C.CO.CH^3 + KOH = C^6H^5.C\equiv CH + CO^2K.CH^3.$$

Acétyl-phénylacétylène. Phénylacétylène. Acétate de K.

Ces dédoublements sont à rapprocher de l'action des alcalis sur le chloral, lequel est, dans les mêmes conditions, décomposé en chloroforme et acide formique :

$$CCl^3.C\begin{cases}H\\O\end{cases} + KOH = H.CCl^3 + H.CO^2K.$$

Chloral. Chloroforme. Formiate de K.

b) Le plus souvent, le mode de dédoublement des acétones et même des aldéhydes acétyléniques par les alcalis est moins simple. Il y a d'abord fixation d'eau sur la liaison acétylénique, avec formation transitoire d'une β-dicétone (celle-ci n'a pu être isolée, mais il n'est pas douteux qu'elle prend naissance dans une première phase); la β-dicétone se dédouble ensuite, à la façon habituelle, en un acide et une acétone à fonction simple (Ch. Moureu et R. Delange); exemple :

$$C^6H^5.C\equiv C.CO.C^6H^5 \rightarrow C^6H^5.CO.CH^2.CO.C^6H^5$$

Benzoylphénylacétylène. Dibenzoylméthane.

$$\rightarrow C^6H^5.CO.CH^3 + CO^2H.C^6H^5.$$

Acétophénone. Ac. benzoïque.

Si l'acétone acétylénique traitée n'est pas symétrique, deux acides et deux acétones prennent naissance simultanément; exemple :

$$C^5H^{11}.C\equiv C.CO.CH^3$$

Acétylœnanthylidène.

$$C^5H^{11}.CO.CH^2.CO.CH^3 \begin{cases}\nearrow C^5H^{11}.CO^2H + CH^3.CO.CH^3 \\ \searrow C^5H^{11}.CO.CH^3 + CO^2H.CH^3\end{cases}$$

Acétyl-caproyl-méthane. Ac. caproïque. Acétone ordinaire. Méthylamylacétone. Acide acétique.

3. *Acides acétyléniques.* — La potasse, en solution aqueuse concentrée, attaque rapidement les acides acétyléniques $R.C\equiv C.CO^2H$ à chaud : ils sont dédoublés ainsi, grâce à la formation passagère d'acides β-cétoniques $R.CO.CH^2.CO^2H$, en une acétone et anhydride carbonique (qui reste à l'état de carbonate alcalin) (Ch. Moureu et R. Delange) ; exemple :

$$C^5H^{11}.C\equiv C.CO^2H \rightarrow C^5H^{11}.CO.CH^2.CO^2H$$

Acide amylpropiolique. Acide caproylacétique.

$$\rightarrow C^5H^{11}.CO.CH^3 + CO^2.$$

Méthyl-amylcétone.

On ne retrouve, parmi les produits de la réaction, que des traces de l'acide β-cétonique qui s'est momentanément produit. Rappelons-nous, au contraire (voir la deuxième partie de cet article), que l'action de la potasse alcoolique sur les acides acétyléniques donne régulièrement naissance aux acides β-cétoniques $R.CO.CH^2.CO^2H$. Nous devons ajouter, d'ailleurs, que, même avec la potasse alcoolique, une partie de l'acide acétylénique subit toujours le dédoublement en acétone et anhydride carbonique[1].

IV. — Conclusions.

On voit par ce qui précède à quelle multitude de réactions variées — réactions de condensation et réactions de dédoublement — se prêtent les composés possédant la fonction acétylénique, et quel intérêt il y avait à reprendre leur étude générale et méthodique. Les carbures acétyléniques, matières premières de toutes ces recherches, sont de précieux agents de synthèse. Leur mise en œuvre présente, à la vérité, de réelles difficultés pratiques, et je ne dissimulerai pas qu'elle réserve aux débutants quelques déboires. Toutefois, bon nombre de réactions sont d'une grande netteté et s'effectuent avec d'excellents rendements ; en outre, dans la plupart des cas, il est possible de récupérer en majeure partie le carbure resté intact.

Quant à la préparation des carbures, si elle est encore pénible et onéreuse pour beaucoup d'entre eux, on ne doit point considérer comme un obstacle l'obtention de l'heptine, qui dérive de l'œnanthol par déshydratation, et surtout celle du phénylacétylène, qu'on peut préparer avantageusement en partant de l'éthylbenzène, sans parler, au surplus, de l'acétylène lui-même, que l'industrie, depuis les beaux travaux de M. Moissan, livre à un prix minime, tant à l'état libre que sous forme de carbure de calcium.

Un progrès décisif, à cet égard, sera réalisé le jour, prochain peut-être, où l'on saura préparer commodément au moyen de l'acétylène les divers carbures acétyléniques. Dès ce jour, la Synthèse organique, déjà si riche, aura dans son domaine une voie féconde de plus. **Charles Moureu,**

Professeur agrégé à l'École Supérieure de Pharmacie de l'Université de Paris.

[1] L'acide sulfurique fumant attaque également, et avec une grande énergie, les acides acétyléniques. L'acide amylpropiolique $C^5H^{11}.C\equiv C.CO^2H$ fournit ainsi, entre autres produits (parmi lesquels un acide sulfoné), de l'acide caproïque $C^5H^{11}.CO^2H$ (Ch. Moureu et R. Delange).

Dans le même ordre de faits, M. G. Schrœtter a montré, depuis un certain temps déjà, que l'acide sulfurique fumant réagit sur l'acétylène, avec formation d'acide acétaldéhydedisulfonique $CHO.CH(SO^3H)^2$, lequel se dédouble quantitativement, sous l'action des alcalis, en acide formique et acide méthionique $CH^2(SO^3H)^2$.

NOUVELLES APPLICATIONS DES MÉTHODES GRAPHIQUES A L'ÉTUDE DES OPÉRATIONS FINANCIÈRES [1]

La plupart des traités consacrés aux opérations financières donnent, à l'appui des combinaisons qu'ils conseillent, des exemples numériques qui ne représentent forcément que des cas particuliers, ne permettant pas à l'intéressé d'embrasser d'un seul coup d'œil toutes les phases de l'opération qu'il aborde.

Les méthodes graphiques, dont les applications sont aujourd'hui si répandues, remédient à cet inconvénient. Elles mettent en évidence, *d'une façon générale :* les limites au delà desquelles l'opération cesse d'être avantageuse, les conditions les plus favorables pour l'entreprendre, le maximum de gain qu'on peut espérer, l'étendue des risques auxquels on s'expose. Elles renseignent, en outre, exactement le financier sur sa position à chaque variation de cours et sur les opérations qui lui restent à faire pour se liquider.

Nous nous sommes borné au tracé détaillé des *combinaisons binaires ;* mais, afin de montrer que cette méthode peut s'appliquer aux opérations les plus complexes, nous lui avons consacré un chapitre spécial pour les *échelles de primes.*

I. — Graphique des quatre opérations fondamentales. Choix d'une unité. Multiples et sous-multiples.

Les opérations sur les valeurs mobilières se divisent en deux classes bien distinctes : 1° les *marchés au comptant ;* 2° les *marchés à terme.*

Pour la première classe, un tracé graphique ne serait d'aucune utilité. Il s'agit simplement d'achats ou de ventes de valeurs, dont on prend ou dont on fournit livraison contre espèces, immédiatement ou dans des délais très courts fixés par les règlements du marché officiel. La comparaison des cours auxquels les opérations ont été faites, en tenant compte des droits de courtage, de timbre et d'impôt, suffit pour calculer facilement l'importance du bénéfice ou de la perte.

La deuxième classe comprend des engagements dont l'exécution n'a lieu qu'à un jour déterminé pris pour *terme* et qu'on appelle *liquidation.* Cette liquidation, suivant la nature des valeurs, se fait, soit par quinzaine, soit à la fin de chaque mois.

Les marchés à terme se subdivisent eux-mêmes en : *marché à terme ferme* et *marché à prime.* Les premiers comportent des engagements définitifs. Ils ne diffèrent des marchés au comptant que par leur échéance à un jour déterminé. Les seconds comportent des engagements auxquels l'*acheteur seul* peut se soustraire, moyennant l'abandon d'une indemnité convenue d'avance, qu'on appelle *prime.*

§ 1. — Graphique des quatre opérations fondamentales.

Les quatre opérations fondamentales auxquelles ces derniers marchés donnent lieu sont :

Achat ferme . . . . . (A)
Vente ferme . . . . . (B)
Achat à prime . . . . . (C)
Vente à prime . . . . . (D)

Ce sont ces opérations dont nous étudierons le tracé graphique en premier lieu.

Conventions. — Toute représentation graphique repose nécessairement sur quelques conventions.

Dans le cas qui nous occupe, ces conventions sont des plus simples :

Ligne des cours. — Nous appellerons *ligne des cours* une horizontale BH (fig. 1) sur laquelle nous

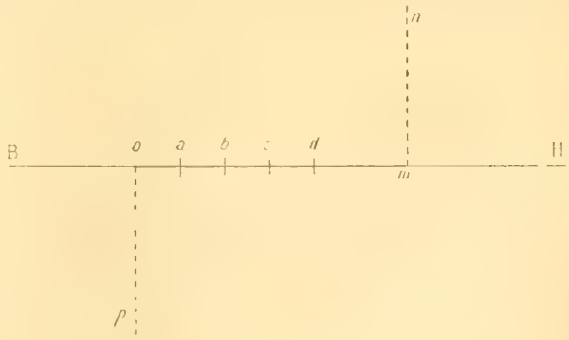


Fig. 1.

porterons, de B en H, à une échelle déterminée, une série de divisions *a*, *b*, *c*, *d*, correspondant aux variations du cours de la valeur considérée.

Ordonnée de gain ou de perte. — Si, à un cours donné *m*, nous avons un gain, nous pouvons le

[1] Les méthodes graphiques, qui permettent d'embrasser d'un seul coup d'œil le résultat d'une série d'opérations isolées, viennent de recevoir une nouvelle application assez ingénieuse dans un ouvrage, en cours de publication, traitant des opérations financières, dont nous donnons les quelques extraits qui suivent. Ces fragments suffiront à nos lecteurs pour se rendre compte de l'avantage de cette méthode et de la clarté qu'elle répand sur des questions dont l'arithmétique seule ne peut traiter que des cas particuliers. Elle peut également rendre de grands services aux financiers dans la direction des échelles de primes, sur lesquelles les méthodes numériques ne donnent pas d'indications générales.

représenter par une perpendiculaire *mn* à la ligne des cours, perpendiculaire dont la longueur sera égale à l'importance du gain. Cette ordonnée sera tracée *au-dessus* de la ligne des cours. Réciproquement, les pertes seront figurées, par des ordonnées telles que *op*, *au-dessous* de la ligne des cours.

Achat ferme. — Supposons qu'on ait acheté, fin courant, au cours M (fig. 2), une action quel-

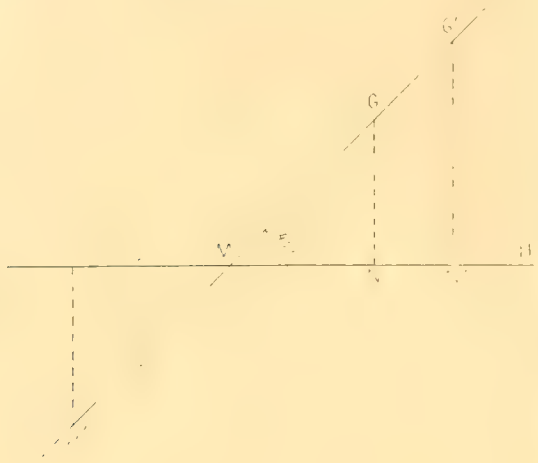


Fig. 2.

conque. S'il survient une hausse égale à MN, nous pourrons représenter le gain obtenu par l'ordonnée NG = MN. Pour une hausse MN', on aurait de même le gain N'G' = MN', et ainsi de suite.

S'il s'agit de baisses, telles que M*o*, M*o'*, les pertes en résultant pourront être figurées par les ordonnées *op* = M*o* et *o'p'* = M*o'*. La ligne joignant les points *p'*, *p*, M, G, G' sera une ligne droite, inclinée à 45° sur la ligne des cours, et représentera l'*achat ferme* d'une unité.

Cette ligne une fois tracée, il suffira, pour avoir le gain ou la perte, à un cours quelconque, de marquer sur la ligne BH le point correspondant à ce

Fig. 3.

cours, et d'y élever une perpendiculaire allant jusqu'à la ligne représentant l'achat ferme. La longueur de cette ordonnée indiquera l'importance du gain ou de la perte.

En dégageant des lignes de construction la figure 2, nous aurons, pour le graphique de l'achat ferme, le tracé donné par la figure 3.

Vente ferme. — Pour la vente ferme, la hausse donnant une perte et la baisse un gain, son tracé

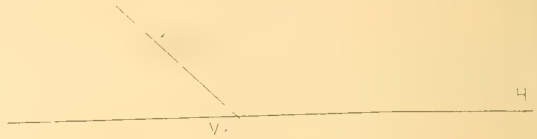


Fig. 4.

est l'inverse du précédent. La figure 4 donne ce tracé.

Achat à prime. — L'achat à prime ne diffère de l'achat ferme que par la limite de la perte en baisse. Quelle que soit l'étendue de la baisse, l'acheteur ne peut perdre que le montant P de sa prime qu'il abandonne.

Si donc, en dessous de la ligne des cours et à une distance P (fig. 5), nous traçons une parallèle à cette

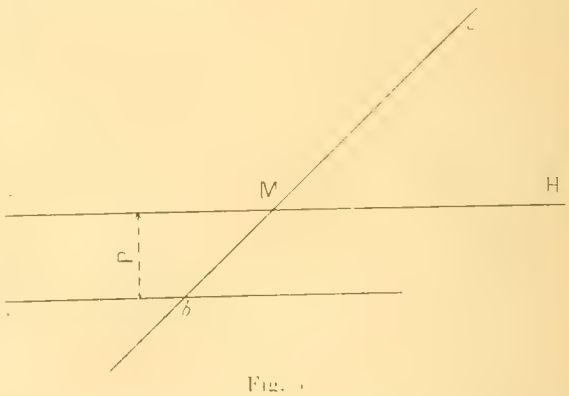


Fig. 5.

ligne, elle indiquera la limite de perte en baisse. A partir du point *b* où cette parallèle rencontre la ligne de l'achat ferme, le tracé *bc* sera le même que pour cet achat. L'achat à prime d'une unité au cours A_P, dégagé de toute ligne de construction, sera donc représenté, comme l'indique la figure 6, par la ligne brisée *abc*.

L'ordonnée *b*K se nomme *ordonnée d'abandon* de la prime et le point K *pied de la prime*.

Vente à prime. — La vente à prime ne diffère de la vente ferme que par la limite de *bénéfice* en *baisse*. Si la baisse atteint ou dépasse le montant P de la prime convenue, le vendeur voit son marché résilié par l'acheteur, qui lui abandonne la prime P

à titre d'indemnité. Son bénéfice ne peut donc jamais dépasser cette somme P.

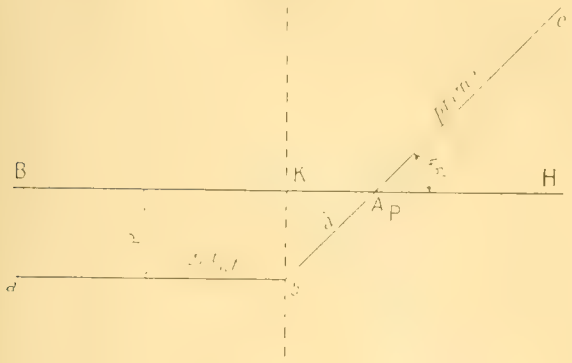


Fig. 6.

On tracera facilement la vente à prime par analogie avec ce qui a été fait pour l'achat à prime. La figure 7 donne ce tracé.

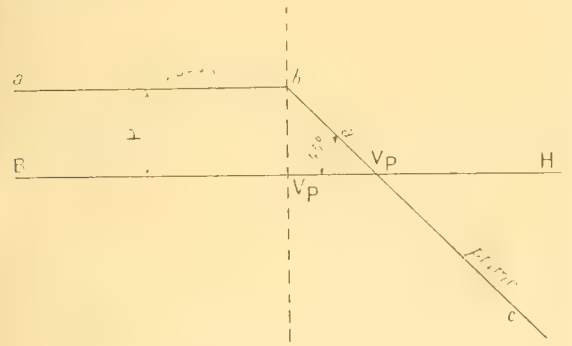


Fig. 7.

§ 2. — **Unité. Multiples et sous-multiples.**

Dans tous les exemples suivants, nous prendrons pour unité soit une action, si nous opérons sur

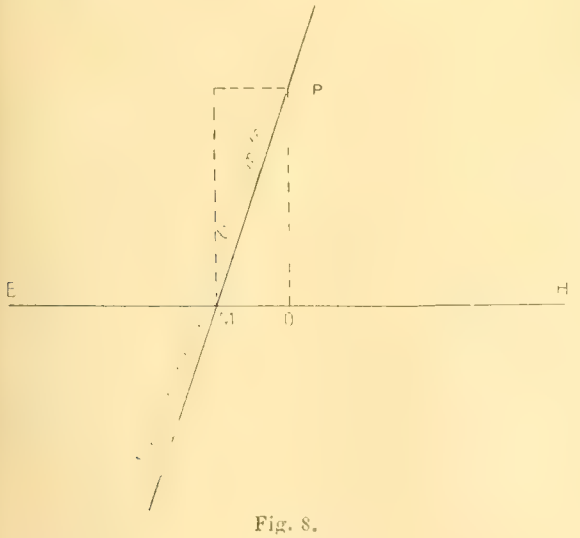


Fig. 8.

des valeurs, soit le capital correspondant à 3 francs de rente, si l'on opère sur de la rente à 3 °/₀. Le gain ou la perte étant, dans ce cas, égaux à l'accroissement ou à la diminution même du cours, l'inclinaison à 45° sur la ligne BH sera *la caractéristique* des opérations unitaires.

Pour les multiples 2, 3, 4 de la quantité prise pour unité, le tracé s'obtiendra en menant la diagonale d'un rectangle ayant une hauteur égale à 2, 3, 4 fois la base.

Ainsi la ligne MP de la figure 8, dans laquelle OP = 3OM, représente l'achat ferme de trois unités.

De même, pour les sous-multiples $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, on tracera la diagonale d'un rectangle dont la hauteur sera la $\frac{1}{2}$, le $\frac{1}{3}$ ou le $\frac{1}{4}$ de la base.

La figure 9, dans laquelle OP = $\frac{1}{2}$ OM, donne le tracé de la vente ferme d'une demi-unité au cours M.

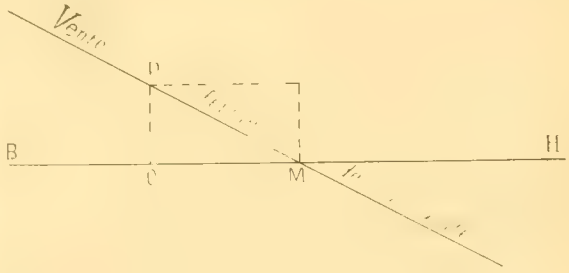


Fig. 9.

Réciproquement, pour savoir quel multiple ou quelle fraction de l'unité représente une ligne d'inclinaison quelconque telle que A'B' (figure 10), on tracera un rectangle MCDE dont cette ligne sera la

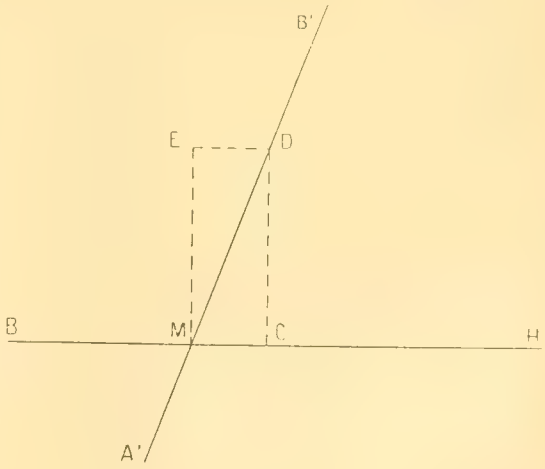


Fig. 10.

diagonale, et le rapport de la hauteur CD à la base MC indiquera à quelle quantité ce tracé s'applique.

Lorsque les opérations comprennent un nombre quelconque de valeurs ou de rente, l'une d'elles peut toujours être ramenée à l'unité sans altérer

pour cela les rapports qui existent entre les quantités sur lesquelles porte chaque opération isolée.

Ainsi, s'il s'agit d'un achat ferme de 50 actions Lyon contre vente à prime de 100, en divisant le tout par 50, l'opération sera ramenée à l'achat ferme de une action Lyon contre vente à prime de 2. On tracera la résultante de cette opération simplifiée, et il suffira ensuite de multiplier les longueurs des ordonnées de perte ou de gain par 50 pour avoir les pertes ou les gains effectifs de l'opération réelle.

II. — Combinaisons binaires. Achat et vente.

Toute opération binaire se résume par un achat et une vente. Ces achats ou ces ventes pouvant être soit fermes, soit à primes, les principales combinaisons qu'on peut former sont les suivantes :

		Numéros des opérations
Achat ferme contre vente de primes en quantité	égale	1
	supérieure	2
	inférieure	3
Vente ferme contre achat de primes en quantité	égale	4
	supérieure	5
	inférieure	6
Achat de grosses primes contre vente de petites en quantité	égale	7
	supérieure	8
	inférieure	9
Vente de grosses primes contre achat de petites en quantité	égale	10
	supérieure	11
	inférieure	12

Nous avons étudié successivement ces douze opérations, en donnant pour chacune d'elles le tracé des opérations simples entrant dans leur composition, le tracé de la résultante, l'examen des conditions les plus favorables pour les entreprendre, les opérations nécessaires pour se liquider. Nous donnons également quelques exemples numériques à l'appui de ces tracés.

Nous nous bornerons à reproduire ce qui concerne l'opération 1, achat ferme contre vente de primes en quantité égale.

1. *Tracé des deux opérations primaires.* — Les deux opérations simples : achat ferme d'une unité, vente à prime P d'une unité, se tracent comme nous l'avons indiqué au chapitre Ier.

Nous marquons, pour l'achat ferme, sur la ligne des cours, le point A_f correspondant au cours auquel cet achat a été fait; la ligne *ab* passant par ce point et inclinée à 45° sur BH représentera l'achat ferme (fig. 11).

De même, la vente à prime d'une unité sera représentée par la ligne brisée *cde*. La partie *cd* est parallèle à BH et à une distance P (montant de la prime) de cette ligne. Le point *d* est sur l'ordonnée K d'abandon de la prime, et la partie *de*, inclinée à 45°, coupe BH au point V_P correspondant au cours de la vente à prime. Ce cours V_P est nécessairement plus élevé que le cours A_f : l'acheteur limitant sa perte paiera naturellement plus cher que s'il s'agissait d'un marché ferme. Cette différence entre les

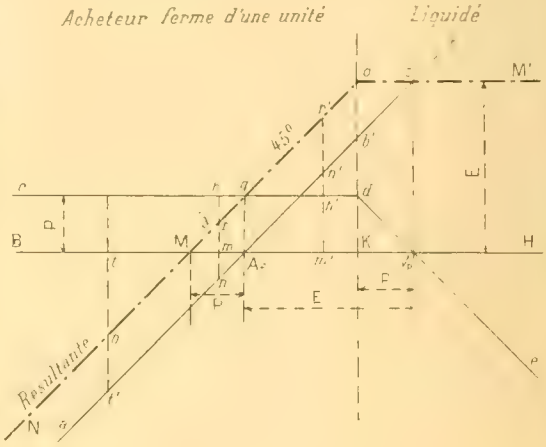


Fig. 11.

cours du ferme et ceux des primes a reçu le nom d'*écart*. Nous représenterons par E cet écart dans tous les tracés étudiés. Pour le cas qui nous occupe, l'écart est égal à la longueur $A_f V_P$, et nous le supposerons plus grand que P.

2. *Tracé de la résultante par points.* — Les deux opérations préliminaires engagées étant tracées, cherchons la ligne qui représentera le résultat de cette combinaison, ligne que nous nommerons *résultante*.

Prenons un cours quelconque *m* sur la ligne BH.

A ce cours *m*, l'achat ferme donne une perte représentée par l'ordonnée *mn* et la vente à prime un gain égal à *mh*. Si donc nous retranchons de *mh* à partir du point *h* une longueur $hr = mn$, la partie restante *mr* représentera le gain final et le point *r* appartiendra à la résultante.

Prenons un autre cours quelconque *m'*. A ce cours, les deux ordonnées des opérations primitives *m'h'* et *m'n'* sont toutes deux des ordonnées de gain. On les ajoutera en portant à partir de *n'* une longueur $n'r' = m'h'$, et le point *r'* appartiendra à la résultante.

En un mot, pour avoir le point de la résultante correspondant à un cours donné, il faudra faire la *somme algébrique* des ordonnées appartenant aux opérations primitives en ce même point, les ordonnées au-dessus de la ligne des cours représentant les gains et étant considérées comme *positives*, et celles au-dessous représentant les pertes et étant considérées comme *négatives*.

3. *Points particuliers.* — Quelques points particuliers de la résultante s'obtiennent très simple-

ment. Au cours A_f, l'achat ferme ne donne ni gain, ni perte; il n'y a donc à considérer que l'ordonnée $A_f g$ provenant de la vente à prime et égale au montant de cette prime. Le point g situé sur cd appartient donc à la résultante. Au cours V_p, la vente à

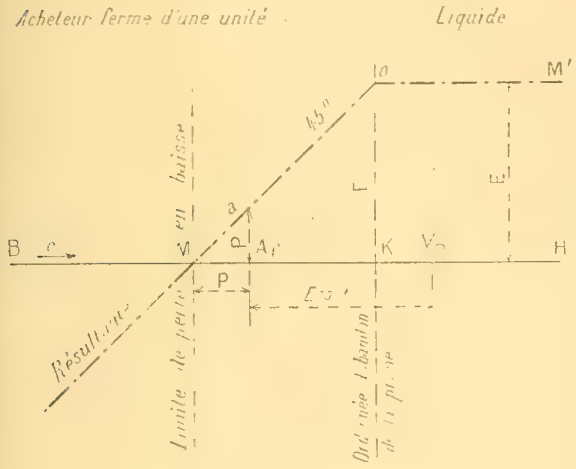


Fig. 12.

prime ne donne ni gain, ni perte; l'ordonnée $V_p c'$ seule, appartenant à l'achat ferme, détermine le point c' de la résultante située sur ab.

4. *Forme de cette résultante.* — Pour tous les cours partant d'un point B aussi bas que l'on voudra jusqu'au cours K de l'abandon de la prime, on remarque que les points correspondants de la résultante s'obtiennent en ajoutant une ordonnée positive constamment égale à P, aux ordonnées variables de l'achat ferme. La partie NMo de la résultante est donc parallèle à ab et, par suite, inclinée à 45° sur la ligne des cours.

A partir du point o, les lignes $b'b$ de l'achat ferme et de de la vente à primes étant toutes deux inclinées à 45° et en sens inverse, l'accroissement des ordonnées de gain de l'achat ferme se trouve constamment annihilé par la décroissance des ordonnées de la vente à primes; la partie oM' de la résultante reste donc à une distance constante de BH : elle est parallèle à cette ligne.

La résultante étant complètement déterminée, on remarquera qu'on a $A_f M = A_f g = P$ et $V_p C' = V_p A_f = E$, ce qui, en langage ordinaire, veut dire que le point M où commence la perte en baisse est au cours A_f diminué du montant de la prime, et que le gain à partir du cours K est constamment égal à l'écart.

5. *Discussion.* — Si nous dégageons la figure 11 de toutes les lignes de construction, nous aurons la figure 12, sur laquelle nous pourrons suivre aisément toutes les phases de l'opération.

Tant que le cours c du ferme n'a pas atteint le point M (limite de perte en baisse), on est en perte, et cette perte est donnée par la longueur de l'ordonnée négative allant du point où se trouve le cours c sur la ligne BH à la résultante.

Au point M, ni perte ni gain.

Au delà, le bénéfice commence et va en croissant. Il atteint P au cours de l'achat ferme A_f et E au cours d'abandon de la prime. Au delà de K, il est constamment égal à E.

6. *Risque illimité. Bénéfice limité. Conditions à réunir pour entreprendre cette opération.* — Cette opération est donc à risque *illimité* en baisse et à bénéfice *limité* en hausse.

Le bénéfice constant étant égal à l'*écart*, on se trouve naturellement porté à vendre la prime avec le plus grand écart possible. Les petites primes sont celles qui comportent cet écart maximum; mais on remarquera qu'à mesure que P diminue le point M se rapproche de A_f. On est alors très peu couvert en baisse. On se trouve donc, comme dans la plupart de toutes ces opérations binaires, enfermé dans un cercle vicieux.

Si l'on vise, pour accroître son gain, un gros écart, on augmente son risque en baisse. Si, au contraire, on veut se couvrir contre une baisse un peu forte, on est obligé de vendre une grosse prime, et, par suite, on diminue l'écart qui représente le bénéfice possible.

7. *Opération nécessaire pour se liquider.* — La résultante montrant nettement la situation d'acheteur ou de vendeur de telle quantité, il est bien simple d'en déduire les opérations à effectuer pour se liquider.

Tant que le cours de la *réponse des primes* tombe entre B et K, la vente est annulée par la prime P que l'acheteur abandonne, et l'on reste acheteur ferme d'une unité au cours M (cours de l'achat ferme diminué du montant de la prime P). Il faut donc, en liquidation, ou vendre ferme cette unité ou se faire reporter.

En K et au delà, votre acheteur de prime lève sa prime; cette vente devient ferme et les deux opérés, achat ferme et vente ferme de la même quantité, se liquident, ce qu'indique la direction horizontale de la résultante.

L'examen d'un tracé graphique, en général, donne ces renseignements très simplement.

Tant que le cours de la réponse correspond à une partie *inclinée* de la résultante, on a une opération complémentaire à faire pour se liquider.

Si, au contraire, le cours de la réponse correspond à une partie *horizontale* de la résultante, on est liquidé sans aucun opéré complémentaire.

III. — Tableaux synoptiques groupant par analogie de forme le tracé des opérations binaires.

Après avoir étudié les quatre opérations simples (A, B, C, D), et les douze opérations binaires (nos 1 à 12) qui en résultent, nous les avons groupées dans six tableaux synoptiques, par *analogie de forme de la résultante*, afin de faciliter les recherches pour les résultats qu'on veut obtenir, résultats qui se lisent sur ces figures. Les cotes, par rapport à l'ordonnée d'abandon des primes, ont été rappelées, afin de permettre la construction rapide de la résultante lorsqu'on donne l'écart entre les deux opérations, achat et vente, et le rapport entre les quantités de primes achetées et vendues.

La figure 13 renferme les deux opérations les

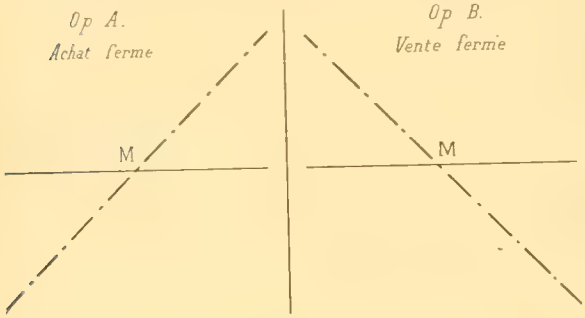


Fig. 13.

plus simples : l'achat ferme (A) et la vente ferme (B). Ces deux opérations pourraient, à la rigueur, servir uniquement au spéculateur bien renseigné, ou heureux dans ses prévisions, puisque l'achat

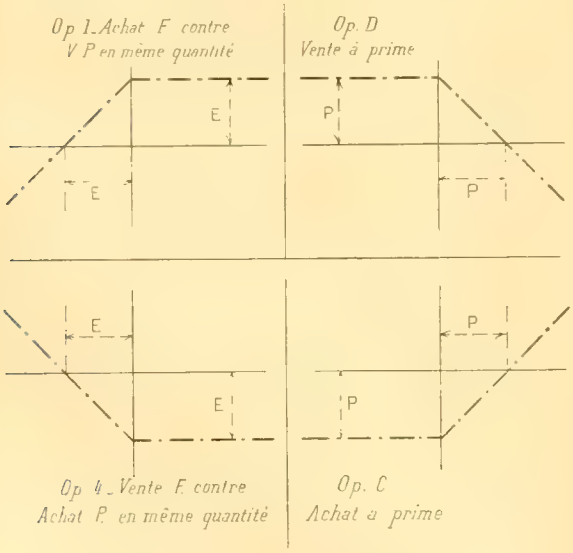


Fig. 14.

ferme est une opération à la hausse et la vente ferme une opération à la baisse; mais l'inconvénient des marchés fermes, c'est qu'à côté de bénéfices illimités sont également des pertes illimitées. Des oscillations violentes des cours peuvent entraîner des écarts considérables; aussi a-t-on recherché un autre genre d'opérations qui, tout en conservant des bénéfices illimités, ne laisse aux pertes qu'une marge plus restreinte.

Les deux opérations (fig. 14) : C, achat à prime, 4, vente ferme contre achat à prime en même quantité, remplissent ce but.

L'opération C limite la perte en baisse qui rendait l'achat ferme dangereux, tout en laissant le bénéfice illimité en hausse. L'opération 4 limite la perte en hausse, qui rendait la vente ferme dangereuse, tout en laissant le bénéfice illimité en baisse. Ces deux opérations, jointes aux deux du tableau précéden t, pourraient former tout le bagage du spéculateur.

La figure 14 renferme les deux contre-parties : Op. D : Vente à prime ; Op. 1 : Achat ferme contre vente de primes en même quantité. Ces deux opérations restreignent, au contraire, le bénéfice, tout-en laissant la perte illimitée; elles sont donc, si on les engageait isolément, contraires à toute logique.

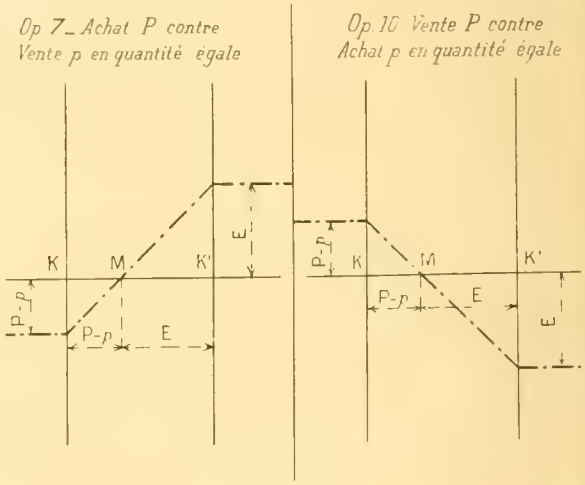


Fig. 15.

Nous retrouvons dans la figure 15 les opérations précédentes 1 et D à bénéfice limité, mais avec cette différence que la perte aussi est limitée. Cette limite imposée à la perte est égale à la différence des primes pour l'opération 7 et à l'écart pour l'opération 10.

Ces opérations, où tout est limité, ne donnent que de faibles bénéfices, encore diminués par les frais de toute nature qui grèvent les opérations de bourse. Il faut donc en réussir un grand nombre pour réaliser un bénéfice appréciable.

En tête de la figure 16 nous voyons l'opération 2, qui offre un double danger si les cours sortent du calme qu'on leur supposait devoir garder. Puis l'opération 5, dite *à cheval*, qui, au contraire,

présente un double avantage avec perte limitée. Mais, pour que cette perte soit évitée, il faut, au lieu du calme nécessaire aux opérations 2, des fluctuations de grande amplitude.

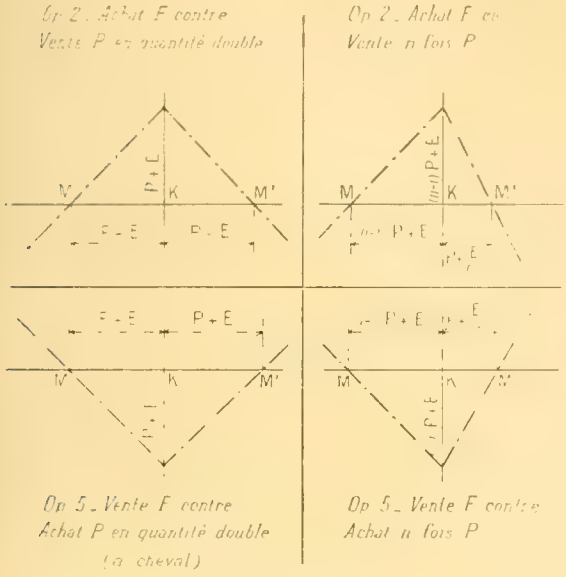


Fig. 16.

La figure 17 contient les opérations 8 et 11 de primes contre primes. La forme de la résultante présente de grandes analogies avec celle de la résultante des opérations 2 et 5 renfermées dans le tableau précédent.

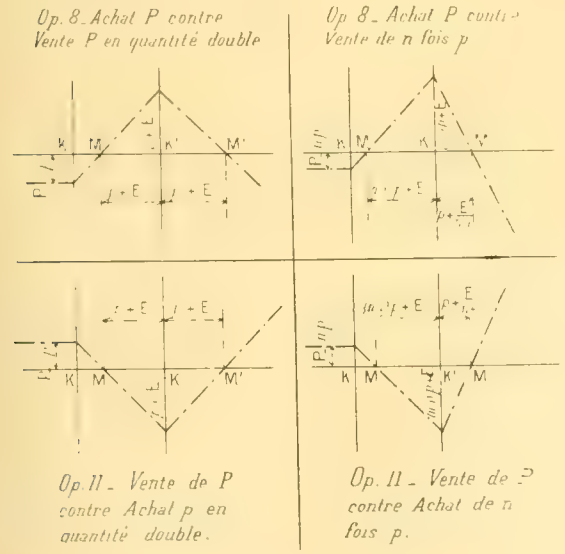


Fig. 17.

Nous remarquerons seulement qu'au risque illimité en baisse de l'opération 2, l'opération 8 a l'avantage de substituer un risque limité, qui peut devenir nul quand $np = P$ et se transformer même en bénéfice si on a $np > P$.

Remarque inverse pour l'opération 11 comparée à l'opération 5. Au gain illimité en baisse que donne l'opération 5, elle substitue un gain limité, qui peut devenir nul quand $np = P$ et se transformer en perte si on a $np > P$.

Enfin, la figure 18 renferme les tracés où la quantité de primes faisant l'objet de la deuxième opération va tellement en diminuant que son influence sur la première est de moins en moins sensible.

C'est ainsi que l'opération 3 ne diffère de l'achat

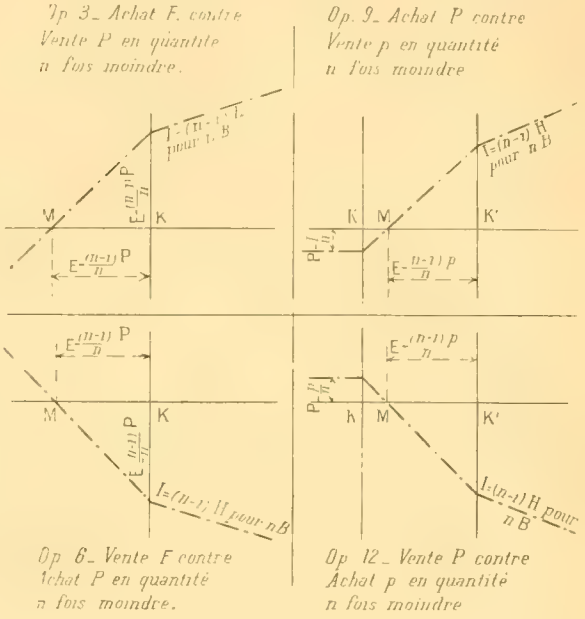


Fig. 18.

ferme simple que par une réduction qui n'est compensée que par une très faible couverture en baisse $\frac{p}{n}$. Si p reste constant, cette couverture diminue à mesure que n croît.

L'opération 6 ne diffère de la vente ferme simple que par une diminution de la perte en hausse et un recul en baisse, égal à $\frac{p}{n}$, du cours auquel commence le bénéfice.

L'opération 9 se rapproche de plus en plus de l'achat à prime c à mesure que n devient plus petit; elle diminue le bénéfice en hausse, mais elle atténue la perte en baisse, qui, au lieu d'être P, n'est plus que $P - \frac{p}{n}$.

Quant à l'opération 12, elle correspond à la vente à prime (D). La seule différence, c'est qu'elle atténue légèrement la perte en hausse; mais, par contre, elle réduit le gain en baisse, qui, au lieu d'être P, devient $P - \frac{p}{n}$.

IV. — Exemple numérique.

Nous donnerons un exemple numérique pour montrer l'emploi de nos tableaux :

1° On a vendu ferme 25 Rio à 744 et acheté en même temps à prime, dont 5,50 Rio à 757 fr.

C'est l'opération 5 (fig. 16) dite à cheval. Toutes les données du tracé sont cotées par rapport à l'ordonnée K d'abandon de la prime. Ce point K une fois connu, tous les autres en découlent.

Dans l'exemple ci-dessus : cours K = 757 — 5 = 752.

— Point M, commencement du gain en baisse au cours 752 — (P + E) = 752 — (5 + 13) = *734*.

— Point M' commencement du gain en hausse au cours 752 + P + E = 752 + 5 + 13 = *770*.

— Perte maxima au cours d'abandon de la prime P + E = 5 + 13 = 18, soit, pour 25 actions, 18 × 25 = 450 fr.

La distance MM' est 770 — 734 = 36 fr. On voit quelle amplitude il faut que les oscillations de cours atteignent pour qu'on réalise un bénéfice.

De plus, il ne faut pas oublier qu'en pratique les frais de courtage, de timbre et d'impôt reculent encore ces limites. Aussi, une opération engagée dans de telles conditions serait-elle, la plupart du temps, désastreuse, si elle était exécutée isolément, bien que les mots qui la qualifient : perte limitée et bénéfices illimités en hausse et en baisse, la rendent séduisante au premier abord[1].

P. Ayné,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

LA COLONISATION ET L'APPRENTISSAGE COLONIAL

I. — Colons industriels ou commerçants.

Il n'y a pas si longtemps, nous nous sommes avisés d'une grande vérité : les colonies ne sont pas de naturels Eldorados ; rien n'y vient sans effort ; tout s'y paie par le travail, plus cher peut-être que dans la vieille Europe. Puis, nous avons reconnu que les colonies ne doivent pas être seulement un champ clos pour les luttes commerciales. On s'aperçut, enfin, qu'il faut, pour y réussir, un minimum de ressources pécuniaires ; peut-être même a-t-on été trop loin dans cette voie, en ne parlant pas assez des qualités morales comme de l'instruction technique nécessaires au colon et qui peuvent, dans une large mesure, plus grande que dans la mère-patrie, suppléer à la modicité de ses capitaux.

Le commerce fut d'abord l'unique raison d'être de notre empire colonial. Si nos plus anciennes possessions ne présentent guère, sur ce point particulier, de différences avec la Métropole, il n'en est pas de même de nos plus récentes conquêtes.

D'une manière générale, sauf dans un nombre restreint de villes ou de fortes agglomérations, nos nationaux ne peuvent se livrer au commerce de détail. Le gros négoce leur est seul permis ; mais ils ont partout à lutter contre la concurrence redoutable de maisons étrangères et même de certains natifs.

Nos compatriotes n'aiment pas sortir de leurs habitudes. La patience que déploient leurs rivaux leur manque parfois, et ils savent moins bien que ces derniers se plier aux désirs d'une clientèle qu'ils n'étudient pas toujours suffisamment.

Telles sont les principales raisons des échecs qu'ils subissent. Que conclure de cela ?

C'est qu'il ne faut pas seulement, pour réussir aux colonies sur le terrain commercial, entrer dans la lutte avec des capitaux importants et des connaissances techniques acquises dans la Métropole. S'il ignore tout du pays et de ses habitants, s'il n'a pas étudié les uns comme l'autre, sa connaissance des affaires ne servira en rien au futur traitant ; elle ne lui épargnera pas les plus ruineuses expériences.

Ne rien ignorer, non seulement de son métier, mais aussi de la région où l'on veut l'exercer, est, de même, absolument indispensable quand il s'agit de créer ou de diriger dans les colonies une industrie quelconque.

On ne parlait guère jadis d'industrie coloniale et l'on en parle aujourd'hui chaque jour davantage ; mais là, encore, l'ignorance des conditions particulières où l'on se trouve peut causer les pires désastres.

L'histoire ancienne de nos chemins de fer coloniaux est, comme l'on sait, fertile en incidents, et les ingénieurs qui les construisirent ont pu se pénétrer de cette idée si juste, mais inattendue, que la solution du même problème diffère beaucoup selon la latitude. Ne voulut-on pas, l'an passé, faire travailler des Européens aux terrassements du chemin de fer malgache, et ce simple exemple ne suffit-il pas pour démontrer combien nous devons encore

[1] L'ouvrage en cours de composition, dont nous venons de donner des extraits, se termine par un chapitre consacré aux *Echelles de primes*, où il est démontré, par des exemples, que cette méthode graphique s'applique à toutes les opérations complexes, quel que soit le nombre des opérations élémentaires entrant dans leur composition. L'étendue que nous avons donné à cet extrait ne nous permet pas de le reproduire ici, malgré l'intérêt qu'il peut offrir.

apprendre des questions coloniales les plus simples et les plus connues !

Le nombre des entreprises industrielles rémunératrices qui pourraient être créées aux colonies est considérable. On y traiterait l'immense quantité et la diversité des produits que doit fournir notre domaine exotique, pour le plus grand profit du pays, de nos compatriotes et des colons eux-mêmes.

Mais, pour atteindre plus vite ce résultat désirable pour tous, nos jeunes gens riches, nos ingénieurs, comme aussi les nouveaux diplomés de ces écoles où l'on enseigne la théorie du commerce, devraient bien reprendre pour leur compte l'ancienne habitude qu'avaient jadis nos ouvriers de faire ce que ceux-ci appelaient le tour de France, afin de se perfectionner dans leur métier.

Nos jeunes gens riches vont déjà en Allemagne ou en Angleterre passer quelques mois. Certains d'entre eux se hasardent à visiter Hanoï, en temps d'exposition. Ces déplacements ne sont pas inutiles, d'autres seraient plus profitables.

Leurs études terminées, ou même après quelques années d'exercice de leur profession, lorsque l'ambition légitime, mais souvent impossible à réaliser chez nous, les gagnerait de se créer une situation indépendante, ces ingénieurs ou ces commerçants prendraient le paquebot : ils iraient faire, sur place, une enquête. Vacances peut-être pour un grand nombre, voyages d'études pour beaucoup, ces excursions serviraient à tous.

Nos colonies surtout y gagneraient. On les connaîtrait mieux. Les hommes et les capitaux s'y transporteraient plus facilement. Personne, par contre, n'y perdrait.

II. — Colons agriculteurs.

C'est l'agriculture qui doit attirer et fixer le plus d'émigrants dans nos colonies. Quel que puisse être le degré de prospérité auquel elles atteindront plus tard, celles-ci retiendront seulement un nombre toujours limité de commerçants et même d'industriels. Les planteurs, eux, pourront s'y multiplier sans crainte ; la place ne sera jamais insuffisante pour toutes les bonnes volontés.

Chaque année, selon les auteurs les mieux renseignés, plusieurs milliers d'émigrants quittent notre pays ; mais combien, dans ce nombre, se fixent sur notre domaine colonial ?

L'Algérie et la Tunisie mises à part, l'immense majorité de nos colonies se trouve située dans la zone tropicale. Leur climat, sauf en diverses régions très limitées, s'oppose au travail de l'Européen et à son acclimatement, et nos ouvriers ni nos paysans n'y pourraient vivre.

Ce qui suit ne peut, bien entendu, s'appliquer à l'Afrique du Nord tout entière. Ce vaste territoire est largement ouvert à l'émigration française. La somme des connaissances nécessaires aux nouveaux venus y est moins considérable et plus facile à acquérir que dans les colonies proprement dites.

Celles-ci sont seulement accessibles à des « bourgeois ». On l'a dit, il faut le répéter. On doit toutefois apporter des tempéraments à cette règle générale et les voici, formulés en peu de phrases.

Les colonies sont ouvertes à ceux qui, possédant des capitaux, les feront fructifier d'une façon ou d'une autre ; mais elles peuvent, mieux que la Métropole ou l'Europe, faciliter aux gens d'élite pauvres, surtout s'ils s'occupent d'agriculture, le moyen de monter d'une classe et de s'enrichir. Ces ambitieux doivent suppléer, par des qualités plus nombreuses, à leurs ressources trop minces. Ils doivent surtout, sous peine d'inévitable échec, ne rien ignorer de leur vie nouvelle.

Et c'est là ce qu'oublient trop de dire ceux qui ont d'abord convié tout le monde à l'assaut des terres vierges et de la fortune. Après de trop retentissants échecs, dont ils sont bien quelque peu responsables, ils proclament aujourd'hui la nécessité d'être déjà riche pour pouvoir s'enrichir encore par l'exploitation de notre domaine exotique.

Un fonctionnaire fixait récemment, comme limite minima des capitaux nécessaires pour faire de l'agriculture à Madagascar, 100.000 à 200.000 francs, selon que le colon connaîtrait ou non la culture. Ce fonctionnaire se trompe dans les deux cas. On peut échouer avec des capitaux plus importants, et combien d'exemples sont à citer ! On peut, par contre, réussir à meilleur compte.

Deux de nos compatriotes sont établis, depuis dix ans, dans l'une des Comores. Ils entraient en jeu avec une somme qui ne s'éloignait guère de 100.000 francs ; mais leur domaine, très vaste, comportait une usine à sucre en pleine décadence.

Leurs bénéfices annuels, réalisés surtout dans la culture de la vanille, se chiffrent par centaines de mille francs. Cet exemple ne paraît pas infirmer la théorie précédemment citée. Patience cependant ! On peut descendre de nombreux degrés cette échelle des capitaux nécessaires.

Certaines exploitations tonkinoises, commencées avec quelques dizaines de mille francs, donnent, depuis longtemps, d'excellents résultats.

On a souvent cité le domaine de la Croix-Cuvelier, où la culture du riz en métayage assurait 6.000 francs de revenu net pour un capital de 20.000 francs.

On peut même prétendre au succès avec de moindres ressources, si l'on a l'âme fortement trempée et une connaissance suffisante du métier.

Un colon de Moheli, après avoir subi en France

des revers de fortune, travaille trois ans comme agent de compagnie coloniale, aux appointements mensuels de 250 francs. Il crée bientôt, avec ses maigres économies, une petite vanillerie. Cette propriété lui rapporte, en trois années, le capital engagé et lui permet de trouver un associé pour étendre sa plantation.

Cet exemple ne suffit pas? En voici d'autres, où l'influence de la miraculeuse vanille, cette culture riche par excellence, ne peut être invoquée.

Un des plus vieux et des plus riches propriétaires de l'Oranie, maire d'une ville importante de la province, s'était engagé, en qualité de garçon de ferme, sur le domaine qu'il possède aujourd'hui. Les débuts d'un autre colon du même département sont plus modestes, s'il est possible. Il porta lui-même, longtemps, ses légumes aux marchés voisins, et le jour où il put s'acheter un âne lui a laissé un profond souvenir. Sa fortune dépasse cinq cent mille francs. Mais voici d'autres cas, pris dans d'autres colonies. Un gendarme, installé sur la route de Maavatanana à Tananarive, obtient une concession gratuite de 100 hectares. Il n'a, pour l'exploiter, qu'une somme très minime et l'appui de l'autorité. La vente du riz et du manioc aux bourjanes, le commerce des bœufs, lui fournissent, en peu de temps, plusieurs milliers de francs de recettes annuelles.

Un très vieux colon de Nossi-bé, malheureusement mort l'an passé, avait racheté une petite concession de 50 hectares dont l'un de ses amis voulait se défaire. Le nouveau propriétaire fit planter par cinq noirs, de mai à décembre 1901, 6.000 lianes de vanille, 4 hectares de maïs et manioc et un petit jardin potager dont il écoulait les produits sur Helville. Il commença peu après la construction d'une porcherie. Il comptait qu'il aurait pu tirer, dès la fin de la première année, assez de bénéfices de sa concession pour assurer sa propre existence.

A côté de ces gens-là, combien, en échange, pourrait-on signaler que leurs ressources pécuniaires ne sauvèrent pas d'un échec complet, parce qu'ils entraient dans la lutte armés seulement de leurs capitaux! L'argent donc ne peut suffire au futur colon. Il lui est cependant indispensable dans certaines proportions, bien difficiles à préciser, et l'Etat n'a pas tort de dire :

« Un colon doit posséder 30.000 francs pour faire de la culture au Tonkin. Il lui en faut 5.000 s'il est lui-même cultivateur et qu'il veuille tenter le sort en Nouvelle-Calédonie. » Mais il devrait ajouter : « Un homme qui ignore tout des colonies doit les apprendre. Quand il aura terminé son apprentissage, telle somme lui sera généralement nécessaire ici et telle autre là. Ces règles ne s'appliquent cependant pas à tous les cas. On peut réussir à moins; mais il faut alors connaître parfaitement la région où l'on s'installe et ce qu'on veut y faire. »

Mais ce n'est pas encore tout.

On trouve facilement chez les colons anglais une certaine tournure d'esprit, bien rare parmi nos compatriotes, et qui, d'avance, constitue, pour les premiers, un sérieux élément de succès dont l'importance nous échappe trop. Nos émigrants, dès leur départ, songent au retour; ils le désirent très rapproché. Les colons anglais s'installent, au contraire, définitivement ou pour une période qu'ils ne craignent pas de prévoir très longue.

Afin de faciliter leur succès aux colons de l'avenir, on devrait s'attacher à leur faire connaître d'avance, sans exagération dans un sens ou dans l'autre, notre domaine d'outre-mer et la vie qui leur y est réservée. On devrait s'ingénier à leur faire apprendre d'avance, avec le moins de risques possibles, leur nouveau métier.

Une École d'Agriculture coloniale est ouverte à Tunis depuis quatre ans; elle rend des services, mais ne peut évidemment suffire. Que faire alors?

Une circulaire du Gouvernement général, datée du 28 octobre 1901, proposait de dresser, pour Madagascar, la liste des colons d'une parfaite honorabilité et d'une compétence reconnue, qui accepteraient chez eux des jeunes gens désireux de faire l'apprentissage du métier. Il n'est guère de colonies où l'on ne pourrait déjà établir une liste semblable. Un système de subventions, payées, soit par le Gouvernement, soit par les intéressés, rendrait bientôt prospère, à peu de frais, cette nouvelle institution.

Tout grand colon qui le voudrait, deviendrait, en quelque sorte, professeur libre. Les colons moyens et petits, eux-mêmes, acceptant chez eux, « au pair », suivant l'expression employée dans le commerce, ne fût-ce qu'un seul agent, les cadres de cette catégorie d'émigrants de choix suffiraient pour alimenter, au profit des colonies, un courant d'émigration, non seulement important par l'incontestable qualité, mais aussi par la quantité, bientôt considérable, de ses éléments.

Qu'on n'aille pas croire qu'aucun colon ne voudra jouer, pour ainsi dire, au maître d'école. Tous comprendront bientôt que leur propre intérêt est en jeu. Un des principaux propriétaires de Boufarik (Algérie) vient, dès maintenant, de donner l'exemple.

L'importance des services que rendrait une institution de ce genre peut se mesurer facilement. Les petits colons de nos diverses colonies réussissent, proportionnellement, mieux que les autres, parce qu'ils se donnent en entier à leur œuvre. Le plus grand nombre, sinon la totalité de ces colons, com-

mencèrent par travailler au compte d'autrui. Ils apprirent, de cette façon, leur métier mieux que personne.

Le colon de Nossi-bé, celui de Mohéli, l'ancien gendarme, avec eux le fils d'un général qui fit son apprentissage dans une compagnie de la côte et prit ensuite une concession, tous ont été, avant la lettre, pour ainsi dire, élèves de ces écoles libres dont la création ne devrait plus tarder. Ils ont appris, chez les autres, ce qu'ils ont ensuite pratiqué pour eux-mêmes.

Les jeunes Anglais désireux de se fixer en Australie s'engagent d'abord, en qualité de bergers, sur un domaine du pays. Ils apprennent ensuite la tonte et le commerce. Puis, suffisamment préparés, ils deviennent maîtres à leur tour. C'est ce principe qu'il faut généraliser chez nous.

Sous l'ancien régime, une habitude semblable, dont on retrouve encore des traces dans ces îles, se perpétua longtemps aux Antilles.

Les habitants prenaient chez eux des engagés, venus de leur plein gré, mais qu'on menait rudement. Libérés, ces hommes s'établissaient d'ordinaire, à leur tour, auprès de leurs anciens patrons.

L'idée, actuellement reprise au Tonkin et à Madagascar, de fixer, dans la colonie, des soldats de la garnison, procède d'un principe très rapproché du précédent. Nos pères l'ont aussi réalisée, surtout dans le Canada.

Les colons agricoles sont, le plus souvent, des isolés. C'est ce qui rend leur vie pénible et leur réussite difficile. Si cet isolement leur est d'ordinaire imposé par les circonstances, il est aussi, en partie du moins, quelquefois imputable aux intéressés eux-mêmes.

Les émigrants d'autres peuples ne comprennent pas l'existence de cette façon. Eloignés de la patrie, faibles contre la nature adverse, ils pensent se fortifier en unissant leurs faiblesses : ils créent des associations, des syndicats pour la défense de leurs intérêts, et les résultats obtenus par eux démontrent qu'ils ont raison.

On cite cet exemple typique des colons anglais de Ceylan, ruinés par la perte de leurs caféeries. Ne pouvant lutter contre l'*Hemyleia vastatrix* qui détruisait leurs plantations, ils arrachèrent les cafés malades et plantèrent du thé sur des milliers d'hectares. Puis, leur syndicat s'occupa de placer les produits récoltés, dont l'Angleterre consomme aujourd'hui une forte part. L'Exposition de 1900 fut, pour eux, l'occasion de commencer une vaste campagne en vue d'accaparer aussi le marché français.

Nos compagnies congolaises, nos colons de Cochinchine, ceux de la Nouvelle-Calédonie et des Nouvelles-Hébrides ont créé des associations analogues, qui songent même (les deux dernières) à faciliter l'établissement de nouveaux venus. Voilà une juste et saine façon d'apprécier la question de l'émigration.

Nos colons agricoles ne doivent, en effet, pas craindre de se faire concurrence. Si leur nombre s'accroît, leur force s'augmentera d'autant. Ceux d'entre nos compatriotes, installés à Madagascar, qui brûlent leurs lianes de vanille plutôt que de les vendre à des voisins, ceux des Comores qui veulent éviter, par-dessus tout, dans leur archipel, l'installation de nouveaux concurrents, sont donc, du même coup, maladroits et coupables; leur conduite est, en effet, contraire à leurs véritables intérêts.

La multiplication du nombre des colons pourrait se faire, on l'a pensé du moins, par auto-recrutement, les premiers installés appelant autour d'eux des parents ou des amis, décidés par leur exemple.

L'idée est fort juste, et cette propagande privée naturelle constitue, malgré sa lenteur, la meilleure publicité dont puisse profiter une colonie. Elle est assurément préférable à d'autres réclames plus criardes.

Des pages précédentes doivent se dégager les grands principes suivants :

Il faut d'abord développer, parmi les colons, l'esprit de solidarité qui leur fait trop souvent défaut. Groupés en associations, ils auront des chances accrues de résoudre ces problèmes, vitaux pour eux : l'étude des cultures nouvelles ou leur extension, le recrutement de la main-d'œuvre, l'écoulement des produits récoltés. Ils verront aussi, bien mieux, l'intérêt qu'ils ont de multiplier leur nombre.

Mais l'œuvre de ces véritables écoles libres et pratiques dont il a été précédemment parlé sera des plus fécondes pour atteindre ce dernier résultat. Grâce à elles, surtout, les hommes et les capitaux viendront vivifier nos colonies. Ces capitaux ne seront pas risqués aveuglément.

Ces hommes ne seront pas la foule, vouée d'avance aux pires désastres, qu'on appelait encore récemment. Ils ne seront pas non plus les colons exceptionnels dont rêvent quelques théoriciens, déjà riches, mais faisant, d'un cœur léger, le sacrifice de la vie facile et du confort habituel, contre le risque d'accroître leur fortune.

Nous ne marcherons pas, grâce à ces seuls moyens, d'une très rapide allure vers la réalisation de l'œuvre de longue haleine constituée par la mise en valeur de notre empire colonial.

Nous irons cependant plus vite qu'on ne pourrait croire, très sûrement en tous cas, sans risquer jamais d'aboutir à des crises comme celle dont souffre aujourd'hui le Congo, pour ne citer qu'un exemple connu de tous.

III. — Les salariés coloniaux.

Une importante partie de la question du recrutement des colons reste encore à étudier. Les planteurs, les commerçants et les industriels, mais surtout les nombreuses Compagnies, quel que soit leur objet, existant dans nos diverses possessions, ont, chaque jour davantage, besoin d'employés intelligents et probes.

Le recrutement actuel de ces agents laisse peut-être plus à désirer que celui des colons libres, et le manque de sélection habituel, dans cette catégorie déjà nombreuse d'émigrants, peut même être considéré comme une cause fréquente des récents insuccès coloniaux.

On ne peut dire grand'chose des salariés retenus par leurs fonctions dans les villes et sous l'immédiate surveillance de leurs patrons.

La situation de cette catégorie d'agents demeure, ou peu s'en faut, semblable à celle qui les attendait en Europe. Leurs devoirs, équivalents, ne leur confèrent pas de droits supérieurs. La seule rareté de la main-d'œuvre peut rendre leurs services plus appréciables et les faire justement rémunérer davantage.

Mais ceux d'entre les employés coloniaux, quelles que soient leurs spécialités, qui doivent vivre, soit par petits groupes, soit isolés, séparés par de longues distances, non seulement de leurs chefs et de toute surveillance effective, mais aussi de toute aide et même du moindre secours en cas de danger, ces hommes-là ne paraissent-ils pas, *a priori*, dignes d'une attention spéciale et même, disons le mot, d'égards particuliers?

La solitude dont ils sont entourés les oblige à posséder des qualités qui ne leur étaient pas indispensables dans la Métropole. Ils doivent pouvoir se passer d'une infinité d'aides dont la civilisation nous assure, pour ainsi dire, automatiquement les services. Il va leur falloir, en effet, s'installer, pourvoir eux-mêmes à leur nourriture, se soigner en cas de maladie. Leurs devoirs sont infiniment plus nombreux et plus graves que ceux dont ils seraient chargés dans des régions moins barbares; il est donc juste que, parallèlement, leurs droits s'élèvent aussi.

La situation des agents employés par des particuliers est généralement meilleure que celle de leurs camarades au service des Compagnies.

Ces derniers ont souvent maille à partir avec leurs employeurs. Les Compagnies coloniales ne vont généralement pas sans états-majors considérables; les petits agents doivent être nombreux pour légitimer l'existence de ces états-majors, mais ils reviendraient alors aussi bien cher, si l'on payait chacun d'eux convenablement.

Cela revient à dire qu'ils sont souvent mal rémunérés, et leur recrutement devient, de ce fait, très difficile. Certaines Compagnies, pour ce motif, ne sont pas très exigeantes sur la qualité. Elles acceptent les candidats qui se présentent, mais elles les trompent par des promesses irréalisables.

Telle compagnie de Madagascar offrait en tout 200 et même 150 francs aux petits agents qu'elle recrutait sur le pavé des grandes villes. Le nombreux état-major chargé de les diriger touchait, par contre, des sommes plus importantes.

La région qu'ils allaient habiter, au dire des bureaux de Paris, était saine, agréable, la vie à très bon marché. Des maisons confortables attendaient les émigrants. Ils étaient vingt environ qui trouvèrent, en arrivant, quatre petites cases, construites selon la mode indigène, au milieu d'une plage étroite, semée de marécages. La nourriture, parfois insuffisante, coûtait, de plus, fort cher. La Société, en moins de deux ans, transporta sur sa concession quarante-deux Européens, qu'elle dut ensuite rapatrier, sauf quelques morts.

Chaque employé restait en moyenne six mois, et cet exemple, pour si extraordinaire qu'il paraisse, n'est pas unique en son genre.

Les grandes Compagnies congolaises, créées d'un seul coup, en 1898, au nombre d'environ une trentaine, devaient s'occuper d'abord de troquer le caoutchouc et l'ivoire africains contre des marchandises européennes.

Leurs simples agents partent encore avec un contrat leur assurant une mensualité de 150 francs, dont un dixième, retenu, sert de cautionnement. Le logement, la nourriture, le voyage, les soins médicaux sont, de plus, à la charge de l'employeur. Quelques sociétés font miroiter aux yeux du candidat les bénéfices résultant pour lui de commissions sur son chiffre d'affaires.

L'agent part, se figurant devoir gagner 400 à 500 francs par mois, tous frais payés. A peine arrivé, les déceptions commencent : ses bénéfices sont nuls, il ne reçoit pas ses vivres, sa santé s'altère, car le nécessaire lui manque souvent; il n'a pas de médecin, pas d'ami, pas de distraction d'aucune sorte. Enfin, découragé, il quitte le Congo.

Nous n'avons pas inventé cette façon de procéder. Elle nous vient directement de Belgique. Nos voisins donnent de très maigres appointements à leurs agents congolais; ils leur promettent aussi des commissions et insèrent cette promesse dans les contrats, mais avec des restrictions qui laissent aux Compagnies la faculté de se dérober :

« Le soussigné reconnaît n'avoir droit qu'à son traitement, les commissions énoncées plus haut ne lui étant dues que sur la proposition de la Direction et pour autant que celle-ci juge, à l'expiration de son terme de service, que celui-ci s'est acquitté de

tous ses devoirs envers elle. » On doit le proclamer bien haut : en France comme en Belgique, ces procédés coupables ne sont pas d'usage courant; il est toutefois regrettable qu'ils existent.

Les Belges apportent, en échange, beaucoup d'attention aux questions de nourriture et d'installation, trop négligées par nous. Ils prennent aussi grand soin, et nous aurions profit à les imiter, de faciliter aux nouveaux venus leur instruction technique, par le contact des anciens. C'est après une initiation acquise à la suite d'un séjour dans les postes plus importants, où ils sont en sous-ordre, qu'on lâche dans la brousse les hommes enfin « dégourdis ». Nos agents coloniaux, peu payés, mal recrutés, sont souvent fort mal dirigés.

Le mal est donc sérieux; il est cependant loin d'être incurable. Les intéressés eux-mêmes, avec quelque attention, trouveront le remède. Puisqu'on doit, nécessairement, exiger beaucoup du salarié colonial, quelles que soient son importance et sa fonction, il faut lui donner beaucoup en échange.

Dès son arrivée aux colonies et d'un seul coup, l'employé européen s'élève dans l'échelle sociale. Il devient, il doit tout au moins devenir un privilégié. Sa qualité de membre de la race conquérante lui donne rang dans une aristocratie, et cela doit se traduire par des faits matériels, par des droits comme par des devoirs nouveaux. De ce principe découlent les conséquences suivantes :

L'existence de l'employé européen doit être aussi confortable que possible. Une bonne installation, jointe à une nourriture suffisante, sont les meilleurs facteurs de santé physique et morale. Un homme bien logé et bien nourri se porte mieux, il se décourage moins et travaille davantage. Si l'on joint, aux précédents avantages, des appointements convenables, la situation d'agent colonial devient désirable et c'est l'élite qui s'y porte.

Les employeurs, à leur tour, trouveraient de grands bénéfices dans ce nouvel état de choses. Payant mieux, ils auraient droit d'exiger davantage. L'extension du système des primes, de la participation aux bénéfices, est aussi très désirable. Presque insoluble en Europe, cette question l'est beaucoup moins dans les colonies, justement parce qu'elle s'appliquerait seulement à un petit nombre d'hommes devant constituer une élite.

IV. — Direction des entreprises coloniales.

La question qui se pose ensuite est celle de la direction des entreprises coloniales. Rien ne serait plus vain que de vouloir, en quelque sorte, codifier des règles, variables selon chaque cas particulier. On peut, tout au plus, poser en principe que le directeur d'une entreprise coloniale doit, non seulement connaître son métier, mais encore le pays où il doit l'exercer. Ce point acquis, il est utile, sinon nécessaire, qu'un directeur soit directement intéressé au succès de son entreprise.

Un directeur dont le contrat serait rédigé d'après ce principe sentirait sa fortune liée à celle de sa Compagnie; il ne négligerait rien pour assurer les deux en même temps.

Si, par malheur, l'avenir de l'affaire lui paraissait devoir être médiocre, il n'aurait pas d'intérêt à leurrer son conseil d'administration par des rapports mensongers. L'importance de ses appointements, seulement convenables pour attendre des bénéfices qu'il verrait irréalisables, ne l'inciterait pas à gagner du temps, afin d'émarger plus longuement.

Les sociétés coloniales allemandes nomment aux fonctions de directeur des hommes rompus à la marche des affaires et qui, pour la plupart, ont acquis peu à peu leurs grades sur place.

Les plus sérieuses Compagnies belges du Congo procèdent de la façon suivante, très ingénieuse et qui donne les meilleurs résultats. Elles ont deux directeurs pour l'Afrique, dont l'un prend son congé pendant que l'autre le remplace. Les deux directeurs se contrôlent mutuellement pour le plus grand profit des actionnaires.

Les Compagnies pourraient, du reste, si elles le voulaient, et moyennant un sacrifice en somme restreint, se renseigner sur l'état exact de leurs affaires mieux qu'elles ne l'ont fait jusqu'ici, pour la plupart. Ce serait grâce à l'envoi systématique d'inspecteurs, choisis de préférence parmi les gens pourvus d'une expérience coloniale.

Si les salariés ont quelquefois lieu de se plaindre de leurs employeurs, la réciproque, il faut le dire, se produit pour le moins aussi souvent.

Un choix plus sévère du personnel, rendu possible par l'amélioration de sa situation matérielle, diminuerait dans de fortes proportions la quantité de mauvais éléments, toujours comprise dans une collectivité quelconque.

Si le grand principe de l'association s'imposait enfin parmi les coloniaux auxquels il est particulièrement nécessaire, les Compagnies et les colons libres, loin de se les disputer, comme il arrive parfois, trouveraient, sans nul doute, un moyen de se garder contre les mauvais serviteurs.

A cause de leurs plus grandes ressources, les Compagnies sont souvent, mieux que des particuliers, susceptibles d'exploiter les multiples richesses de nos diverses possessions. Leur nombre peut et doit s'élever encore. Il était donc utile d'effleurer au moins la question si complexe des employés coloniaux, dont l'étude achève celle du recrutement des colons.

Dr L. d'Anfreville.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Stoffaes (Abbé), *Professeur-adjoint à la Faculté catholique des Sciences, directeur de l'Institut catholique des Arts et Métiers de Lille.* — **Cours de Mathématiques supérieures.** — 1 *vol. in-8° de* 536 *pages, avec* 191 *figures*; 2e *édition, entièrement refondue. Gauthiers-Villars, éditeur. Paris*, 1904.

Il y a douze ans environ que la première édition de cet excellent livre a paru. Le but de l'auteur était de fournir aux élèves se préparant aux études de Physique — spécialement à ceux qui visaient à la licence — la partie essentielle des Mathématiques supérieures qui leur était nécessaire, et de la leur présenter en un tout homogène, suffisamment complet et pourtant d'une étendue peu considérable, simple surtout et clair, de façon, enfin, que les étudiants ne fussent plus obligés d'aller chercher dans les longs et savants Traités spéciaux les théories utiles ou nécessaires. Il était évident que, pour cela, il fallait sacrifier mainte belle théorie, s'abstenir de maint développement intéressant, mais ne présentant pas d'utilité réelle pour ceux à qui l'ouvrage s'adressait. Il fallait, au contraire, s'astreindre à choisir et viser à ce qu'on pût arriver, sans se rebuter, à l'intelligence complète des principales méthodes mathématiques et des meilleurs procédés de calcul, pour qu'on pût poursuivre rapidement les études physiques ou mécaniques auxquelles on désirait se vouer.

L'idée était juste, l'ouvrage bien conçu, et l'auteur a mis à profit l'expérience acquise et les observations qui lui ont été faites. La deuxième édition vient de paraître refondue et augmentée.

Elle s'ouvre par un complément d'Algèbre élémentaire, comprenant sous une forme rigoureuse, quoique simple, ce qui est essentiel dans la théorie des Déterminants, celle de l'Analyse combinatoire, des séries, etc. Le livre II commence l'étude des dérivées, par la considération immédiate des infiniment petits. Aux livres suivants, nous trouvons les premières notions de Géométrie analytique plane et dans l'espace; les coordonnées polaires sont heureusement employées parallèlement aux rectilignes. Une petite critique en passant. Pourquoi intercaler ces deux livres entre la Théorie des Dérivées et celle des Différentielles? Pendant 90 pages, le lecteur n'entend plus parler des premières, qu'il a étudiées longuement, et il en reprend l'étude, au livre V, en abordant les Différentielles. Il eût été, semble-t-il, plus logique de placer les notions de Géométrie analytique dès les compléments d'Algèbre. — Le livre V étudie donc la théorie des Différentielles, en pratique les principales applications, puis présente les principaux cas d'intégration, avec une courte étude sur le développement des fonctions en séries et la variation des fonctions. Avec les précieux modes d'investigation dont dispose alors l'étudiant, il aborde l'étude plus approfondie des courbes et des surfaces. Cette partie est évidemment la plus développée; elle se termine par deux excellents chapitres : la construction et la détermination des courbes, où l'auteur fait preuve d'un véritable souci de rester simple et pratique. Les applications géométriques du calcul intégral et les éléments de l'étude des équations différentielles terminent ce volume, vraiment bien compris et qui peut être très utile, non seulement aux étudiants de Physique, mais à toute personne qui voudrait rapidement s'initier aux Mathématiques supérieures.

E. Demolis,
Maître à l'Ecole professionnelle de Genève.

Coupan (G.), *ingénieur-agronome, répétiteur-préparateur à l'Institut National Agronomique.* — **Les Moteurs agricoles.** — 1 *vol. in-18 de l'Encyclopédie agricole, de* 484 *pages, avec une introduction du* Dr P. Regnard, *directeur de l'Institut Agronomique, et* 269 *figures (Prix : 5 fr.). Librairie J. B. Baillière et fils. Paris*, 1904.

La création de l'Institut Agronomique a établi chez nous sur de fortes bases l'enseignement supérieur agricole. « Extraire de cet enseignement la partie immédiatement utilisable par l'exploitant du domaine rural et faire connaître du même coup à celui-ci les données scientifiques définitivement acquises sur lesquelles la pratique actuelle est basée », tel est, parfaitement défini par M. Regnard, le but de l'Encyclopédie agricole, dont fait partie l'ouvrage de M. Coupan. Et celui-ci remplit exactement ce but, car il n'est pas un simple manuel, mais un véritable petit traité des moteurs agricoles.

Il débute par une revue des *principes généraux de la Mécanique* et un tableau des *mécanismes*, c'est-à-dire des dispositifs simples qu'on peut rencontrer dans les machines. Il étudie ensuite, dans cinq chapitres successifs, les moteurs *animés*, les moteurs *à vapeur*, les moteurs *à explosion* (d'une application plus récente en agriculture, mais qui s'y développent beaucoup et que l'utilisation de l'alcool va probablement populariser bien davantage encore), les moteurs *hydrauliques* et les moteurs *éoliens*.

Dans chacun de ces chapitres, l'étude des moteurs est suivie de la description de leurs applications agricoles.

L'auteur donne, en terminant, l'exemple encore récent, mais qui sera probablement bientôt suivi, de quelques applications électriques.

Naturellement le cadre de l'ouvrage ne lui a pas permis de décrire, même succinctement, les divers spécimens de machines d'un même type; il a dû se borner à des considérations générales pouvant s'appliquer à tous ces modèles, et ne s'est écarté de la règle que pour signaler certains dispositifs particulièrement recommandables.

Mais son exposé fort méthodique et fort clair, visiblement inspiré par l'enseignement de M. Ringelmann, dont M. Coupan a été l'élève et le préparateur, fait de l'ouvrage un outil de haute vulgarisation. L'emploi discret qui a été fait des formules mathématiques en rend la lecture accessible et profitable au grand public agricole.

Gérard Lavergne,
Ingénieur civil des Mines.

2° Sciences physiques

Ganot et **Maneuvrier.** — **Traité élémentaire de Physique** (22e *édition*). — 1 *vol in-12° de* 1031 *pages avec* 882 *gravures. Hachette et Cie, éditeurs. Paris*, 1904.

Le Traité de Physique de Ganot, mis à jour par M. G. Maneuvrier, directeur-adjoint du Laboratoire de recherches physiques à la Sorbonne, est bien connu de nos lecteurs : il a déjà servi de guide dans l'étude de la Physique à de nombreuses générations de lycéens.

Dans la 22e édition, qui vient de paraître, on a fait une place aux découvertes qui ont révolutionné en ces dernières années le champ de l'Electricité et de l'Optique, en particulier à celles de Röntgen, de Becquerel et de M. et Mme Curie.

Marchis (L.), *Professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux.* — **Leçons sur les Méthodes de mesures industrielles des courants continus.** — *1 vol. in-8 de 567 pages (Prix 16 fr.). Veuve Dunod, éditeur, 42, quai des Grands-Augustins, Paris, 1904.*

Les leçons professées par M. Marchis à la Faculté des Sciences de Bordeaux pendant l'année 1901-1902 sont intéressantes à plus d'un titre : car si, d'une part, elles constituent un ouvrage didactique, clair et précis, sur les méthodes de mesures électriques, elles sont aussi un essai curieux de conciliation des théories exactes et complexes de la Physique mathématique, telle qu'elle est enseignée en France, avec les théories simples, mais parfois inexactes ou incomplètes, exposées dans les ouvrages de vulgarisation.

Les critiques formulées contre différentes lois généralement admises en pratique sont très instructives; mais elles le seraient bien davantage si l'auteur avait eu le soin de préciser quels sont les phénomènes expérimentaux qu'il considère comme absolument définis et qu'il prend comme base de ses théories.

Dans les chapitres I, II, III et V, M. Marchis, s'inspirant des idées de M. Duhem, l'éminent professeur de l'Université de Bordeaux, étudie les lois fondamentales du Magnétisme et de l'Electrodynamique, avec le désir inavoué de combattre les méthodes analogiques et pour ainsi dire illustratives des physiciens anglais.

C'est ainsi que les lois du circuit magnétique sont condamnées et rejetées comme inexactes, même en ce qui concerne la combinaison des réductances. Il semble, pourtant, qu'en tenant compte de la dispersion, les lois d'Hopkinson ne sont que la traduction de la conservation du magnétisme, de même que les lois d'Ohm ne sont que la conséquence de la conservation de l'électricité. Il semble aussi que ces lois pourraient se déduire simplement de certaines théories, par exemple celles de M. Heaviside ou de M. Larmor.

Les critiques formulées contre la méthode ordinaire de détermination des forces magnétomotrices semblent entièrement fondées, mais les termes complémentaires que M. Marchis voudrait ajouter pour tenir compte de l'électrogénéité des circuits sont assez mal définis, et son existence *effective* est démontrée d'une façon un peu sommaire. D'ailleurs, au point de vue pratique, toutes les corrections qu'on pourrait apporter de ce chef seraient illusoires, étant donnée l'indétermination des coefficients de dispersion.

Dans les chapitres VI et VII, l'étude des mesures de la perméabilité et de l'hystérésis est très heureusement conduite, et l'auteur s'attache avec raison à montrer que les méthodes employées en pratique ne peuvent pas se justifier théoriquement et qu'elles ne donnent qu'une indication qualitative sur les échantillons étudiés.

L'ouvrage se termine par une description sommaire des dynamos à courant continu et l'exposé d'une élégante méthode d'étude des enroulements, due à M. Chipart, ingénieur des mines à Bordeaux. P. Lethéule.

Babu (L.), *Professeur à l'Ecole nationale des Mines.* — **Traité théorique et pratique de Métallurgie générale.** *Tome premier. — 1 vol. in-8° de 558 pages avec 148 figures. Béranger, éditeur, Paris, 1904.*

Ils sont très rares les livres scientifiques écrits dans un esprit nouveau, où l'auteur sort résolument d'une routine surannée qui ne cadre plus avec les découvertes et les idées modernes. C'est ce que M. Babu a admirablement compris en présentant la Métallurgie, non plus exclusivement comme un art professionnel, mais comme une véritable science où les opérations métallurgiques sont groupées autour de lois physiques et chimiques dont elles ne sont que les applications. Et il n'y a rien là d'artificiel ni de forcé, car la plupart de ces lois ont été les conséquences ou plutôt les généralisations de résultats empiriques.

Le livre de M. Babu — qui est un chef-d'œuvre de pédagogie — est bien fait pour inculquer au métallurgiste débutant un bon esprit de méthode : celui-ci saura désormais interpréter plus facilement ses observations et faire des recherches plus fructueuses.

Le traité de M. Babu comprend *les éléments et produits des opérations métallurgiques.* Un second volume traitera des combustibles, des opérations métallurgiques et des appareils nécessaires à leur réalisation.

L'études des principaux *éléments* qui interviennent dans les opérations métallurgiques comprend :

Le minerais (classement, échantillonnage, manutention et mise en stock);

Le capital (bilans, trusts, syndicats de vente, etc...);

Le travail (organisation d'une Société et d'une usine métallurgiques, choix du personnel, rémunération du travail, etc...);

L'énergie (lois de transformation de l'énergie et applications des énergies élastique, cinétique, électrique, chimique, mécanique, thermique);

La production de la chaleur et son utilisation, etc.

L'étude des *produits métallurgiques* comprend les métaux et les alliages, les scories et les laitiers.

Les métaux et les alliages sont étudiés au point de vue de leur fusibilité et de leur transformation moléculaire. Un grand nombre de courbes et de photographies micrographiques illustrent ces intéressants développements, puisés aux travaux les plus récents de Sir Roberts Austen, Osmond, Le Chatelier, Howe, Charpy, etc.

Les laitiers et les scories sont étudiés au point de vue de leurs propriétés générales et de leur fusibilité ; cette étude est accompagnée de courbes et de tableaux très suggestifs, en particulier sur les températures et sur les chaleurs totales de fusion. L'auteur a mis en évidence les résultats des travaux de Akerman et de Hofmann. Les scories et les laitiers sont également étudiés au point de vue de la purification qu'ils exercent sur les métaux.

On le voit, le plan de ce livre est excellent et présente un très grand intérêt au point de vue scientifique et au point de vue pratique.

Nous devons cependant, pour être complet, signaler quelques erreurs, que nous n'avons relevées, d'ailleurs, que dans le chapitre relatif à l'électrolyse :

M. Babu cite la vieille loi de Thomson, d'après laquelle la tension électrique nécessaire à l'électrolyse d'un sel serait proportionnelle à la chaleur de formation de ce sel. On sait, cependant, depuis les travaux de Helmholtz, que cette proportionnalité n'existe pas. La formule de Thomson est, en effet, la traduction incomplète du principe de la conservation de l'énergie : Energie électrique = chaleur de formation de l'électrolyte + *énergie thermique.*

Thomson n'avait pas tenu compte du facteur *énergie thermique.* L'exemple que l'on citait pour appuyer la formule de Thomson (et M. Babu s'en sert aussi) était celui de la pile de Daniell, exemple détestable parce qu'il constitue une des rares exceptions où l'énergie thermique soit pratiquement nulle.

L'affinage électrolytique du cuivre avec anode en cuivre est décrit par M. Babu comme s'il devait se produire avec dégagement d'hydrogène à la cathode et avec dégagement, si le bain est trop acide, d'oxygène à l'anode. C'est là un fait qui est contredit aussi bien par la théorie que par la pratique.

Toujours dans le même chapitre, et à propos de l'affinage électrolytique des métaux : « Il faut — dit M. Babu — que la force électro-motrice du courant et son intensité soient calculées de telle sorte que le métal affiné se dépose seul à la cathode ». Or la force électromotrice ($e+ri$) ne joue un rôle que lorsque l'électrolyse se fait avec une anode insoluble, et alors seulement les métaux se déposent dans l'ordre de leurs tensions e de polarisation. Ici l'anode est soluble; e qui est nulle ne saurait intervenir, et la pureté de la cathode ne dépend que de la pureté du bain. A. Hollard.

Chef du Laboratoire central des usines de la Compagnie française des Métaux.

3° Sciences naturelles

Mühlberg (F.) — **Zweck und Umfang des Unterrichts in der Naturgeschichte an höheren Mittelschulen mit besonderer Berücksichtigung der Gymnasien.**

Schœnichen (Dr Walther), *Oberlehrer am Reformgymnasium zu Schoeneberg.* — **Die Abstammungslehre im Unterrichte der Schule.** (*Sammlung Naturwissenschaftlicher-pädagogischer Abhandlungen, Hft I et III*) *Teubner, éditeur, Leipzig et Berlin*, 1904.

Ces deux Mémoires de pédagogie ont trait à l'enseignement des Sciences naturelles dans les gymnases et les Realschulen. M. Mühlberg voudrait qu'il y tînt une plus grande place, et ne fût pas seulement un enseignement théorique, mais qu'il se référât constamment aux réalités, soit par l'intermédiaire de travaux pratiques simples, soit par l'organisation d'excursions à la campagne et de visites dans des établissements techniques; ainsi comprises, les Sciences naturelles ont un pouvoir éducateur qui ne le cède à aucune autre discipline, en ce sens qu'elles développent la réflexion, la critique, les facultés de comparaison de l'élève.

M. Schœnichen trouve avec raison que l'enseignement de la Biologie, dans les écoles secondaires, est resté tout imprégné de l'esprit de Linné et de Cuvier, c'est-à-dire qu'il est resté tout à fait étranger aux doctrines évolutionnistes et aux acquisitions intéressantes de la Biologie moderne; sans enseigner les théories, les interprétations douteuses, ce qui est réservé à l'Université, il y a encore bien des faits définitivement acquis qui composeraient un enseignement parfaitement coordonné : par exemple les adaptations corrélatives (fleurs et Insectes, équilibre alternatif des Herbivores et des Carnassiers), les éléments de l'Embryologie, la Paléontologie considérée au point de vue de la continuité des espèces, le pouvoir de multiplication des organismes, le combat pour la vie, l'hérédité, la variation, la sélection naturelle et artificielle. M. Schœnichen donne des figures schématiques, qui sont vraiment bien imaginées, pour représenter l'adaptation corrélative (il prend comme exemple les modifications successives des obus et des navires cuirassés), la sélection artificielle (formation du chou-rave amélioré ou d'un Chien à oreilles pendantes), la sélection naturelle (formation d'une race de Souris claires par élimination des Souris foncées).

La tendance des deux Mémoires que je viens d'analyser est assez curieuse, comme on voit; les deux auteurs voudraient introduire dans l'Enseignement secondaire des matières qui ont été considérées jusqu'ici comme transcendantes, et réservées à l'Enseignement supérieur; cela peut se discuter. Je pense, pour ma part, que la Biologie générale, pour être enseignée comme il convient, ne peut s'adresser qu'à des esprits très mûrs, ayant déjà une éducation mathématique et physico-chimique convenable; mais, après tout, il y a bien des parties qui pourraient très utilement être comprises dans les programmes, hélas, si chargés déjà, de l'enseignement des lycées et collèges.

L. Cuénot,
Professeur à l'Université de Nancy.

Mandoul (A.-H.). — **Recherches sur les Colorations tégumentaires.** *Thèse de la Faculté des Sciences de Paris.* — *1 vol. de 240 pages avec 16 fig. et 2 pl. X..., éditeur. Paris*, 1904.

L'ouvrage de M. Mandoul est un travail d'ensemble sur les colorations tégumentaires, comme l'indiquent les titres des divers chapitres de la première partie : *la couleur et ses causes*; *couleurs de structure; couleurs pigmentaires*; *colorations pathologiques*; *changements de coloration; répartition de la coloration*; *coloration et milieu.*

Dès le début, l'auteur distingue très nettement les *couleurs de structure* et les *couleurs pigmentaires*, et donne un tableau d'ensemble des diverses couleurs présentées par les êtres vivants.

Un chapitre de 55 pages, consacré aux *couleurs de structure*, renferme les recherches originales de l'auteur. M. Mandoul classe les couleurs de structure d'après les divers phénomènes physiques qui les produisent : réflexion; interférences par les lames minces; diffraction par les milieux troubles.

Si l'on savait depuis longtemps que la *couleur blanche* des plantes et des poils, les aspects satiné et velouté des papillons et des fleurs sont dus à une réflexion égale de toutes les radiations, on était moins d'accord pour expliquer les teintes changeantes présentées par la cuticule des vers, la coquille des Mollusques, le test des Insectes, les écailles des Poissons et certaines plumes à éclat métallique. M. Mandoul a eu le grand mérite de montrer, par des observations très simples, mais probantes, que, parmi quatre hypothèses émises, celle, déjà ancienne, de Brucke (1861) devait être adoptée; les couleurs changeantes sont dues aux interférences par les lames minces. En examinant une coquille d'Avicule, il a observé la même succession des teintes que dans les anneaux colorés de Newton; en faisant tourner une plume autour de son axe, il a vu la couleur changer avec l'angle d'incidence et passer successivement, suivant les prévisions de l'hypothèse, du rouge et du jaune au vert...; en clivant la nacre d'une coquille de Nautile et en observant une lame mince, et par réflexion, et par transmission, il a obtenu les couleurs complémentaires; il a pu reproduire, enfin, par des dépôts électrolytiques les couleurs et les dispositions des dessins des plumes de la queue du Paon; à ces diverses preuves, M. Mandoul en a ajouté encore une, en employant la méthode des spectres cannelés de Fizeau et de Foucault.

Les autres expériences de M. Mandoul ont porté sur la comparaison des peaux bleues et vertes avec les milieux troubles, déjà indiquée par Brucke et Helmholtz; elles ont été faites en collaboration avec un physicien distingué, M. Camichel. On sait que les « milieux troubles » sont des milieux dans lesquels la lumière rencontre des particules très ténues de l'ordre de la longueur d'onde (une fraction de micron); ces milieux agissent d'une façon inégale sur les diverses radiations : la lumière réfléchie prend une teinte bleuâtre, la lumière transmise est rouge, orangé, jaune. Le lait est un milieu trouble; de même l'atmosphère avec ses goutelettes d'eau et ses poussières, d'où la couleur bleue du ciel. MM. Camichel et Mandoul ont montré, par des recherches spectro-photométriques, que du noir de fumée disposé sur une lame de verre et la peau de Pintade donnent des résultats identiques.

La couleur bleue observée dans les téguments des Vertébrés est donc liée à un phénomène de diffraction par les milieux troubles; dans la peau, la lumière est diffractée par les granules pigmentaires, dans les plumes par les bulles d'air.

Critique. — Tous ces résultats sont des plus intéressants; mais il est regrettable que, dans sa thèse de doctorat, M. Mandoul n'ait pas indiqué *plus nettement* ce qui lui est personnel et ce qui a été fait avant lui; c'est ainsi que, dans le chapitre III, concernant les couleurs pigmentaires, l'auteur oublie de citer dans le texte certains ouvrages contenant la classification des pigments connus par les spécialistes.

Il établit néanmoins la nouvelle classe des *pigments occasionnels*, dont l'étude nous a paru très intéressante.

Les chapitres IV et V sont une mise au point des colorations pathologiques et des changements de coloration, augmentée de plusieurs observations personnelles d'une haute importance.

Quant au chapitre VI, il serait le plus intéressant du livre, s'il n'offrait quelque analogie avec un chapitre similaire que l'on a pu lire, depuis 1901, dans l'excellent ouvrage de M. G. Bohn sur l'évolution du pigment, ouvrage qui n'est cité que dans le dernier chapitre à

titre de critique[1]; c'est ainsi que, dans ce chapitre VI, on retrouve les mêmes exemples, le même enchaînements d'idées, et *parfois la même erreur*. C'est ainsi que, pour expliquer les ressemblances de coloration des Éponges et des Tuniciers, M. Mandoul expose une opinion *analogue* à celle émise par M. Bohn en 1901 (voir Mandoul, p. 366, 367, 371, et G. Bohn, p. 75, 76, 81). Or cette opinion est des plus risquées et *non admise jusqu'ici*. Cette réminiscence involontaire n'a, du reste, rien qui puisse surprendre dans un travail où la bibliographie est si vaste, si complexe.

Dans le chapitre VII, l'auteur repousse certaines idées de M. G. Bohn, et attribue une grande importance à la lumière dans la production du pigment. — L'auteur explique ses expériences concernant l'influence des radiations monochromiques et des rayons X sur la coloration, pour en tirer des conclusions intéressantes.

En résumé, à part les quelques critiques de détail que nous venons d'exposer, l'ouvrage de M. Mandoul présente certainement des faits originaux, intéressants, et sera lu avec profit par tous ceux qui désirent se mettre au courant de cette question ardue.

E. DE RIBAUCOURT,
Docteur ès sciences
Préparateur à la Sorbonne.

4° Sciences médicales

Traité d'hygiène et de pathologie du Nourrisson et des Enfants du premier âge, *publié sous la direction du* Dr **Henri de Rothschild**. *Tome* I. — 1 *vol. gr. in-8° jésus de* 800 *p. avec* 40 *fig. et* 12 *planches, hors texte. Préface de* M. STRAUSS, *sénateur* (*Prix* : 15 *fr.*). *O. Doin, éditeur. Paris*, 1904.

Les maladies des premières semaines de la vie ont sur le développement ultérieur de l'individu une importance extrême; une mauvaise hygiène alimentaire de cette époque de l'existence entraîne des troubles, des tares qui retentissent sur la vie entière. Jusqu'à ces dernières années, la médecine des tout jeunes enfants avait été négligée; aujourd'hui, il n'en est plus ainsi, et la pathologie du nourrisson a fait l'objet de nombreuses recherches et d'importants travaux. Une connaissance plus complète de l'étiologie des maladies a permis d'améliorer considérablement l'hygiène du nouveau-né et la thérapeutique de ses affections. D'autre part est né un mouvement philanthropique tout particulier pour la sauvegarde du nourrisson et de sa mère. Crèches, pouponnières, gouttes de lait, dispensaires et consultations de nourrissons ont surgi de toutes parts. Ces œuvres si méritoires ont permis de secourir les mères, de surveiller plus étroitement l'hygiène des enfants du premier âge; rapidement, elles sont devenues de véritables écoles de pédiatrie : là, les mères s'instruisent à donner à leurs enfants des soins scientifiquement réglés; là, les médecins ont l'occasion d'étudier la nutrition, le développement de l'enfant, d'approfondir les facteurs de la morbidité des nourrissons, d'apprécier la valeur comparée des diverses méthodes d'allaitement.

M. H. de Rothschild a fondé en 1896 et dirige personnellement une polyclinique avec consultation de nourrissons où il a pu réunir une masse considérable d'observations et de documents. Il se propose aujourd'hui d'apporter une nouvelle contribution à la science de la puériculture, en publiant avec toute l'ampleur désirable un traité complet d'hygiène et de pathologie du nourrisson.

Décrire toute la pathologie du premier âge est une œuvre considérable. M. H. de Rothschild, pour mener à bien ce travail d'ensemble, s'est assuré le concours de collaborateurs capables, d'après leurs recherches personnelles, d'exposer une partie du plan général.

Le volumineux ouvrage que nous avons sous les yeux, et qui n'est que le tome *I* du traité, se divise en sept parties.

M. H. de Rothschild consacre les deux premières parties à *l'hygiène de l'enfant bien portant* et à *l'hygiène des nourrissons malades ou anormaux*; on trouve dans ces pages un excellent exposé de l'allaitement : allaitement au sein, allaitement mixte, allaitement artificiel; l'auteur, par ses travaux personnels, était bien placé pour exposer avec tous les développements désirables l'importante question du lait au point de vue scientifique et au point de vue industriel et pratique.

Dans la troisième partie, M. Marcel Descamps étudie les *maladies de l'ombilic* et les *anomalies du diverticule de Meckel*. Plus loin sont décrites les *maladies infectieuses* : fièvres éruptives par M. Roques, fièvre typhoïde par M. A. Miele de Gand, syphilis infantile par M. Fruhinsholz de Nancy, tuberculose par MM. H. de Rothschild et A. Lanzenberg, paludisme par M. Léon Kahn, etc.

Les *maladies des organes génito-urinaires* sont étudiées par M. Marcel Descamps dans la cinquième partie, et dans la sixième M. Léopold Lévi trace le tableau des *maladies du système nerveux* de l'enfant du premier âge.

L'ouvrage se termine par les *maladies de la nutrition* : le diabète sucré par M. P. Ehrhardt, les cachexies gastro-intestinales, le scorbut infantile par M. H. de Rothschild, le rachitisme par M. L. Brunier.

Chacune des parties du livre forme une monographie complète de la question traitée; çà et là, principalement dans les pages consacrées à la syphilis infantile, aux cachexies gastro-intestinales, on trouve de belles reproductions photographiques de types cliniques bien choisis.

Le traité de M. H. de Rothschild, par le soin apporté à la rédaction des chapitres, par l'importance des sujets étudiés, mérite une mention spéciale entre tous les livres consacrés à la puériculture. En le publiant, l'auteur a fait certainement une œuvre utile; il a donné un beau complément scientifique à l'œuvre philanthropique de sa polyclinique. Dr P. DESFOSSES.

Lopez (B. Gutierrez), *Interne de l'Hôpital Vargas à Caracas*. — **Contribucion al estudio de las serpientes ponzonosas de Venezuela** (CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES SERPENTS VENIMEUX DU VENEZUELA). — 1 *vol. in-8° de* 64 *pages. Imprimerie Gutenberg, Caracas.*

Le traitement des morsures de serpents venimeux, spécialement dans les régions tropicales, est l'une des questions qui ont le plus occupé les efforts des médecins et des biologistes en ces dernières années. M. B. G. Lopez nous apporte le résultat de ses travaux sur les serpents du Venezuela. Les espèces venimeuses y appartiennent surtout aux Crotalidés (*Crotalo duriso, Laquesis mudo, Bothrops lanceolatus, B. atrox*) et au genre *Conoceros* (*Elaps coralino*). L'auteur en a étudié d'abord le venin (mode d'obtention, quantité, effets physiologiques), puis il a expérimenté un grand nombre de procédés de traitement des morsures.

Les procédés empiriques employés par les natifs du pays, et dont la plupart consistent en application d'herbes, n'ont aucune valeur. Le permanganate de potasse, le chlorure de chaux, le chlorure d'or et le produit connu sous le nom d'électrozone, dont l'action *in vitro* sur le venin est facile à constater, sont des substances qui, employées convenablement, constituent de puissants auxiliaires dans le traitement des empoisonnements. Le sérum de Calmette est le vrai spécifique de l'intoxication ophidienne; toutefois M. Lopez a constaté que l'emploi n'en est pas très pratique au Venezuela. Enfin, l'auteur tente de réhabiliter la méthode de Kopp (injection hypodermique d'ammoniaque, friction lombaire ammoniacale); elle lui a donné de bons résultats dans plusieurs cas.

Cette monographie fait honneur à la fois à l'auteur et à l'Université de Caracas, en particulier à M. G. D. Palacios, le savant professeur de Chimie biologique sous la direction duquel elle a été effectuée. L. B.

[1] G. BOHN : *Scientia*, Biologie, n° 11 : L'Evolution du pigment. Georges Carré et C. Naud, éditeurs, 1901.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 11 Juillet 1904.

1° Sciences mathématiques. — M. **L. Raffy** étudie cinq classes de surfaces qui ont en commun la propriété suivante : Si l'on multiplie l'élément linéaire de l'une d'elles par le carré de la demi-différence g de ses courbures principales, on obtient l'élément linéaire d'une sphère de rayon 1. Ces cinq classes composent l'ensemble des surfaces isothermiques qui jouissent de cette propriété. — M. **E. Jouguet** montre qu'on peut, au moins dans certains cas, calculer une valeur approchée de la vitesse de l'onde explosive en négligeant la dissociation. — M. **J.-A. Normand** signale des essais de réglage des montres à la mer par la télégraphie sans fil.

2° Sciences physiques. — M. **R. Blondlot** décrit une méthode nouvelle pour observer les rayons N et les agents analogues, qui se réduit à constater l'apparition ou la disparition d'une raie lumineuse sur un fond peu éclairé de couleur complémentaire. — M. **H. Pellat** apporte une nouvelle preuve à l'appui de l'existence du phénomène dit de magnétofriction. — M. **Ed. van Aubel** a reconnu que la loi trouvée par M. Chéneveau pour l'indice de réfraction des solutions aqueuses d'acides, bases et sels minéraux, ne s'applique pas à leurs solutions dans l'alcool ou aux mélanges de corps organiques. — M. **G. Seguy** a reconnu que, dans un tube à vide, quand la distance explosive de l'étincelle croît en progression arithmétique, la pression du gaz décroît en progression géométrique. — MM. **A. Jaquerod** et **Al. Pintza** ont déterminé les densités de l'anhydride sulfureux et de l'oxygène en remplissant, au moyen d'un appareil de dégagement, un récipient fixe, de volume connu, relié à un manomètre, et en pesant l'appareil de dégagement avant et après remplissage. Les valeurs obtenues sont : $SO^2 = 2,92664$; $O = 1,4297$. — M. **P. Lemoult** a trouvé que la chaleur de combustion d'un composé organique sulfuré $C^xH^{y-a}(Az^mH^a)S^n$ est donnée par la formule $z = 102\,x + 55/2\,y + (16,5\,m - 10\,a) + 151\,n$. — M. **M. Berthelot** indique les quantités de chaleur dégagées dans les phénomènes de dissolution et de polymérisation du cyanogène. — Le même auteur montre qu'en suivant la voie la plus directe la transformation effective du sulfure noir d'antimoine cristallisé en sulfure orangé précipité ne donne lieu qu'à des effets thermiques nuls ou très petits. — MM. **A. Haller** et **F. March**, en faisant réagir la bromacétine du glycol sur les dérivés sodés des composés méthyléniques (éthers acéto-acétiques et acétonedicarboniques), ont obtenu des produits de substitution dans lesquels le reste $-CH^2.CH^2.O.COCH^3$ subsiste intégralement. — MM. **Lortet** et **Hugounenq** ont analysé le natron contenu dans les urnes de Maherpa (Thèbes). Il est constitué par du chlorure, du sulfate et du sesquicarbonate de sodium. — MM. **L. Bouveault** et **A. Wahl** montrent que les monophénylhydrazones des éthers α-β-dicétobutyriques sont des dérivés β. Ils établissent en même temps que les azoïques mixtes dérivés de l'éther acétylacétique sont des corps hydrazoniques. — MM. **E.-E. Blaise** et **H. Gault**, en faisant réagir l'éther oxalacétique sur la formaldéhyde et saponifiant le produit de la réaction, ont obtenu l'acide dioxopimélique $COOH.CO.(CH^2)^3.CO.COOH$, F.127°, qui se laisse déshydrater en donnant l'acide pyranedicarbonique, se décomposant sans fondre vers 250°. — MM. **A. Béhal** et **Tiffeneau** ont obtenu les éthers phénoliques à chaîne pseudo-allylique $R.C(CH^3):CH^2$ en faisant réagir un excès d'iodure de méthylmagnésium sur les éthers-sels correspondants. — M. **R. Fosse** a constaté que les sels neutres des acides polybasiques, ainsi que les salicylates alcalins, favorisent la décomposition de l'éther diphénylcarbonique en CO^2, phénol et orthophénoxybenzoate de phényle. — MM. **A. Gautier** et **P. Clausmann** ont déterminé la quantité d'arsenic qui existe dans un grand nombre d'aliments et de boissons, et ils estiment qu'un Parisien en absorbe, en moyenne, 21 millièmes de milligramme par jour avec ses aliments, quantité largement suffisante à ses besoins. — MM. **M. Doyon** et **Chenu** ont constaté que les parathyroïdes de la Tortue d'Afrique ne contiennent pas ou très peu d'iode. Dans la carapace et le plastron, ce métalloïde est localisé dans la partie cornée. — M. **N.-C. Paulesco** a reconnu que les doses minima des sels des métaux alcalino-terreux qui, agissant sur une même quantité de levure de bière, produisent un même effet (empêchement de la production de CO^2) sont proportionnelles aux poids moléculaires. — M. **J. Villard** a constaté que le pigment vert de la soie de *Yama-mai* n'est pas identique à la chlorophylle végétale. — M. **M. Nicloux** montre que l'acidification des graines oléagineuses pendant la germination est due aux acides gras provenant de la saponification de la matière grasse intercellulaire grâce au concours du protoplasma, de CO^2 et de l'eau.

3° Sciences naturelles. — M. **A. Chauveau** démontre que la dépense du travail musculaire intérieur employé à la réfrénation du mouvement des charges en chute est toujours *supérieure* à celle du travail intérieur consacré au soutien fixe de ces charges. Cette dépense du muscle employé à faire du travail résistant est toujours *inférieure* à celle du travail moteur correspondant. — M. **A. Charrin** a constaté que, chez les animaux nourris avec des aliments entièrement stérilisés, une certaine quantité de matériaux destinés à des transformations digestives échappent à cette destination; ils deviennent des substances putrides, provoquant des irritations de la muqueuse intestinale avec des gastro-entérites. — M. **L. Launoy** a observé que l'application locale, sur la membrane pharyngienne de la Grenouille, d'une solution de chlorhydrate d'amyléine exerce, au début, sur le cil vibratil, une action tonique; celle-ci est primitive et temporaire; un état adynamique lui succède. — M. **A. Charpentier** a décelé l'existence, au voisinage du corps humain, d'ondes stationnaires d'une longueur moyenne de 3,5 cm. — M. **Thiroux** décrit un nouveau Trypanosome des Oiseaux, le *Tr. paddae*. Il est pathogène pour le padda, le serin, le bengali. — M. **A. Gruvel** signale quelques phénomènes d'ovogenèse nouveaux chez les Cirrhipèdes. — M. **F. Marceau** a étudié la structure des fibres cardiaques chez les Gastéropodes et les Lamellibranches. Il est possible d'isoler complètement les fibres, qui sont anastomosées en réseaux. — MM. **P. Viala** et **P. Pacottet** ont étudié le développement du *Black Rot*. Les altérations des fruits sont d'autant plus intenses et rapides que la température et l'humidité sont plus élevées. Le *Black Rot* est très résistant à la plupart des corps toxiques. — MM. **L. Duparc** et **F. Pearce** décrivent une roche nouvelle de l'Oural du Nord, la *garéwaite*, qui représente un terme filonien de la troctolite, caractérisé par la structure porphyrique et la présence de pyroxène.

Séance du 18 Juillet 1904.

1° Sciences mathématiques. — M. **Ch. Renard** montre qu'il est facile de réaliser l'empennage strict des ballons, destiné à assurer la stabilité longitudinale : 1° En déplaçant vers l'avant le centre de poussée de l'hydro-

gène par l'emploi d'un ballonnet de poupe; 2° En construisant des pennes souples obtenues en recourant au système des ballonnets cloisonnés.

2° Sciences physiques. — M. G. Sagnac : Sur la propagation anomale de la lumière au voisinage d'une ligne focale (voir p. 753). — M. A. de Gramont a constaté que, seules, les étoiles de la première classe de M. N. Lockyer, à hydrogène et à hélium, montrent celles des raies du silicium qui disparaissent sous l'action de la self-induction. Les étoiles à température peu élevée ne montrent aucune raie du silicium. — M. H. Bordier a observé que la diminution de l'indice de réfraction d'un électrolyte est d'autant plus grande que l'intensité du courant qui le traverse est plus considérable. — MM. A. Brochet et J. Petit ont reconnu que la densité du courant, ainsi que la fréquence, ont une grande influence dans les phénomènes de l'électrolyse par courant alternatif. — M. Buchanan décrit un nouveau type de piézomètre pour déterminer dans la mer la compression de l'eau de mer sous l'influence du poids d'une colonne donnée d'eau de mer, ou bien la contraction intégrale due au refroidissement et à l'augmentation de pression. — M. E. Ariès démontre la loi suivante : Quand une dissolution, soumise à une température T et à une pression p_1, est en équilibre, par osmose, avec le dissolvant pur, soumis à la même température et à une autre pression p_2, le potentiel du dissolvant pur est égal au potentiel du dissolvant dans la dissolution. — M. M. Berthelot a étudié l'action de l'oxygène libre sur le cyanure de potassium, HCAz et $(CAz)^2$, seuls ou en présence de mercure. Dans tous les cas, il y a absorption lente d'oxygène, accélérée par l'action de la lumière et déterminant l'oxydation et, par suite, la cyanuration indirecte du mercure. Cette oxydation n'empêche, d'ailleurs, pas la polymérisation du cyanogène. — M. Alb. Colson montre que le sulfate de zinc dissous est représenté par une expression de la forme $HSO^4Zn.O.ZnSO^4H$; la plupart des sels dissous forment des combinaisons complexes analogues. — MM. A. Granger et A. de Schulten ont obtenu, en faisant tomber goutte à goutte des solutions d'iodate de potassium dans des solutions de sulfate ou de nitrate de cuivre, des iodates de cuivre $Cu(IO^3).OH$ et $Cu(IO^3)^2.H^2O$, en beaux cristaux déterminables cristallographiquement. — M. E. Jungfleisch a constaté que les acides lactiques droit et gauche ne se conduisent pas de même en réaction ; tous deux se transforment en leur racémique, mais l'acide droit éprouve cette transformation beaucoup moins rapidement que l'acide gauche. — M. P. Lemoult a préparé l'anilide *o*-phosphorique et ses homologues, composés très stables et très résistants à la saponification. Ils se décomposent au-dessus de leurs points de fusion en donnant une amine et des corps insolubles. — MM. Ch. Moureu et M. Brachin ont condensé facilement les alcools et les phénols, par l'intermédiaire de leurs dérivés sodés, avec les acétones acétyléniques; les acétones éthyléniques β-oxyalcoylées et β-oxyphénylées qui se forment sont des composés énoliques, qui s'hydrolysent facilement par les acides étendus avec formation de β-dicétones. — MM. L.-J. Simon et A. Conduché, en chauffant ensemble l'éther oxalacétique, l'aldéhyde benzylique et l'aniline, ont obtenu un dérivé de la cétopyrrolidone. — MM. A. Astruc et E. Baud communiquent quelques données thermochimiques et acidimétriques sur l'acide monométhylarsinique. La formation du sel monosodique dégage 46,37 cal., celle du sel disodique 43,04 cal. en plus. — MM. J. Alix et I. Bay montrent que la décomposition du carbonate de chaux qui se trouve fréquemment dans les houilles est une cause d'erreur dans la détermination du carbone par combustion. — M. V. Bordas a déterminé la quantité d'arsenic contenue dans certains produits employés couramment pour l'alimentation des enfants et des malades. — M. G. Friedel considère la loi des troncatures rationnelles, définissant un réseau unique et bien déterminé, comme la simple expression d'un fait d'observation.

3° Sciences naturelles. — M. A. Laveran a observé que les Cynocéphales jouissent de l'immunité naturelle pour les *Trypanosoma gambiense*, *dimorphon*, *Bruceï*, *Evansi*, *Equinum*. Leur sérum a une action microbicide manifeste sur ces organismes. — M. G. Loisel montre que l'emploi des glandes génitales en opothérapie est justifié et que l'extrait des glandes génitales agit sur l'organisme par l'intermédiaire du système nerveux. — MM. A. Charrin et Vitry ont constaté que, sous l'influence de la lactation, la résistance de l'économie aux poisons et à l'infection fléchit. — M. Ch. Répin décrit un nouveau procédé de lavage mécanique du sang, permettant de remplacer le plasma, avec tout ce qui s'y trouve dissous, par du sérum artificiel sans porter atteinte aux hématies. — M. A. Moutier a reconnu que, dans le traitement de l'hypertension artérielle, il n'y a pas lieu de prolonger au delà de 5 minutes les séances de d'Arsonvalisation. — M. G. Gruvel étudie la formation de la muraille et la structure de l'appareil musculaire chez les Cirrhipèdes. — M. Ed. de Janczewski a reconnu l'existence de plantes antiméridiennes, dont toutes les feuilles tournent leur face vers le nord et leur dos vers le midi. — M. C. Gerber montre que l'étamine carpellisée de la Giroflée diffère de l'étamine ordinaire par l'adjonction, au système libéroligneux de cette dernière, du système libéroligneux renversé fertile caractéristique du gynécée des Crucifères. — M. J. Gosselet présente trois cartes hypsométriques des assises crétaciques dans le nord de la France (région de Douai). Elles montrent que la grande érosion qui a nivelé la craie est antérieure à l'âge tertiaire; la surface crayeuse est une pénéplaine ou plaine d'érosion aérienne comme la surface primaire. — MM. L. Duparc et Th. Hornung attribuent le phénomène de l'ouralitisation à une épigénie magmatique profonde. — M. E. de Martonne, par l'étude des terrasses des rivières karpathiques en Roumanie, a reconnu que, à une époque très récente, les deux compartiments qui forment actuellement les chaînes karpathiques et la plaine roumaine ont été l'objet d'un déplacement relatif d'amplitude variable. — M. J. Thoulet montre que la fosse de l'Hirondelle, dans l'archipel des Açores, dont il a dressé la carte bathymétrique, est un cratère adventif du cratère des Açores. — MM. P. Miquel et H. Mouchet ont reconnu que les filtres à sable fin non submergé présentent, sur les divers procédés d'épuration bactérienne des eaux de source et de rivière, une supériorité incontestable.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 5 Juillet 1904.

M. P. Reclus a employé la stovaïne comme anesthésique local avec d'excellents résultats; elle lui paraît moins toxique que la cocaïne et ne produisant pas de vaso-constriction. — MM. A. Chauffard et Champetier de Ribes présentent les Rapports sur les concours pour les Prix Louis et Tarnier. — M. Lancereaux a reconnu que la méthode des injections gélatinées appliquée au traitement des anévrismes de l'aorte n'est nullement dangereuse si l'on a soin de se servir de solutions de gélatine de bonne qualité et bien *stérilisées*. Ces injections ont la propriété de favoriser la coagulation du sang dans le sac anévrismal et, de cette façon, elles contribuent à la cure des anévrismes si redoutables des gros vaisseaux. — M. J. Lucas-Championnière estime que l'appendicite n'est pas une maladie rendue obligatoire par la constitution anatomique. Elle s'est développée à une époque récente; elle paraît avoir trouvé son origine première dans la grippe. Le régime alimentaire carné joue un rôle considérable dans son développement, et la modification de ce régime est avant tout indiquée pour la prophylaxie du mal, dont pourraient se garantir ainsi même ceux qui ont été atteints de la grippe. Enfin, la purgation est le grand remède préventif contre le développement et la propagation de

toutes les infections alimentaires. — MM. **Ch. Monod** et **Du Bouchet** présentent une malade atteinte d'épithélioma cutané de la région temporo-frontale, guéri par application des rayons X.

Séance du 12 Juillet 1904.

M. le Président annonce le décès de M. **Jouon**, Correspondant national.

M. **E. Gley** a été amené à conclure de ses expériences sur les animaux que l'action coagulante de la gélatine dans le traitement des anévrismes est due aux petites quantités de chlorure de calcium qu'elle contient. — M. **Kermorgant** présente un Rapport sur le fonctionnement de l'assistance médicale et de l'hygiène publique indigènes à Madagascar en 1903. Les résultats obtenus sont remarquables : disparition à peu près complète de la variole, diminution considérable des plaies produites par les chiques. — MM. **E. Gley**, **F. Raymond**, **Sevestre** et **Fernet** présentent respectivement les Rapports sur les concours pour les Prix Bourceret, Civrieux, Godard et Barbier. — MM. **G. Pouchet** et **Chevalier** concluent d'une étude pharmacodynamique sur la stovaïne : La stovaïne peut être classée dans le groupe des anesthésiques locaux; elle possède en outre, à faible dose, des propriétés antithermiques manifestes. Elle possède une action analogue à celle de la cocaïne et agit comme poison du système nerveux central. Sa toxicité beaucoup plus faible que celle de la cocaïne, son action tonique sur le cœur, son pouvoir analgésique considérable, ses propriétés antiseptiques en font un médicament de grande valeur. — M. **E. Vidal** étudie les établissements d'assistance situés sur les rives françaises de la Méditerranée pour la cure fermée de la tuberculose pulmonaire et de la scrofulose.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 2 Juillet 1904.

M. **L. Malassez** a constaté que les différences qui existent entre les objectifs portent uniquement : 1° sur le degré d'écartement de la caractéristique par rapport à l'axe, qui est d'autant plus considérable que l'objectif est plus fort; 2° sur le siège du foyer postérieur, qui est d'autant plus éloigné que l'objectif est plus faible. — M. **P. Abric** décrit quelques variations expérimentales de coloration obtenues chez les Nudibranches. — Le même auteur donne les raisons qui lui font considérer les nématocystes des Eolidiens comme non fonctionnels. — M. **Ch.-A. François-Frank** a appliqué la méthode grapho-photographique à l'étude des réflexes tendineux chez l'homme et les animaux. Le graphique indique un retard total du maximum de la secousse sur l'instant de l'excitation presque deux fois plus considérable que la chronophotographie. — M. **B. Dean** montre que les caractères adaptatifs de la capsule de l'œuf de *Chimaera colliei* paraissent être un exemple d'évolution orthogénétique. — MM. **Edm. Lesné**, **J. Noé** et **Ch. Richet fils** ont constaté que la toxicité du séléniate de soude chez le chien est de 1 gr. 633 par kilogramme, et que celle du sélénite de soude est de 0 gr. 091 par kilogramme. — M. **F. Battelli** a reconnu que, chez les lapins immunisés, les globules ou les stromas du sang contre lesquels l'animal est immunisé s'agglutinent avec une extrême rapidité après leur injection dans les veines. — M. **Emm. Fauré** décrit la structure du pédoncule du *Carchesium aselli*. — MM. **P.-E. Weil** et **A. Clerc** signalent deux cas de lymphadénie lymphatique chez le chien. — Les mêmes auteurs n'ont pu reproduire la leucémie chez les animaux avec les méthodes actuelles. — MM. **A. Gilbert**, **P. Lereboullet** et **Albert Weil** ont constaté cliniquement l'existence d'une hyper-excitabilité neuro-musculaire chez les cholémiques, qui peut être reproduite expérimentalement par l'injection des éléments de la bile. — M. **A.-M. Bloch** présente un sphygmomètre unguéal pour la production et la mesure du pouls sous unguéal, et un nouveau modèle de sphygmomètre ordinaire. — MM. **V. Henri** et **A. Mayer** ont reconnu que les colloïdes positifs sont précipitables par les radiations β du radium; les colloïdes négatifs restent intacts. — Mme **Girard-Mangin** et **M. V. Henri** supposent que, lorsqu'on ajoute à une émulsion d'hématies un colloïde instable, ce colloïde viendra se précipiter autour des globules rouges; il se formera donc autour de ces globules des gaines de colloïde précipité qui en provoqueront l'agglutination. Cette hypothèse se vérifie assez bien par l'expérience. — MM. **H. Cristiani** et **A. Ouspensky** ont observé que la cocaïnisation locale des emplacements destinés à recevoir les greffes thyroïdiennes a une influence sur l'évolution de celles-ci : l'action nuisible ne se manifeste qu'avec l'emploi de solutions fortes de cocaïne et n'existe pas avec les solutions faibles. De même, les solutions fortes exercent une action nuisible sur le tissu thyroïdien vivant. — M. **E. Detot** ne pense pas qu'on puisse actuellement obtenir une application du sérodiagnostic aux infections streptococciques. — M. **E. Maurel** a constaté que, dans les pleurésies avec rétraction costale, pour maintenir le rapport constant entre la section thoracique et la surface cutanée qui existe chez l'adulte, le côté sain s'agrandit jusqu'à ce que la section thoracique totale donne le même rapport. — M. **F.-J. Bosc** a étudié la structure et l'évolution du chancre syphilitique. — M. **H. Grenet** a constaté, dans tous les cas d'angine et de stomatite ulcéreuse, la présence de spirilles et de bacilles fusiformes, purs ou associés à d'autres microbes.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE MARSEILLE

Séance du 21 Juin 1904.

M. **P. Stephan** a étudié le tissu conjonctif de l'*Aplysia punctata* et y a trouvé des fibrilles analogues à celles que Zachariadès a décrites chez les Vertébrés. — M. **L. Bordas** décrit le tube digestif des larves d'Arctiides (*Spilosoma fuliginosa*); il est remarquable par le grand développement de l'ampoule rectale et le mode d'embouchure des tubes de Malpighi. — Le même auteur a étudié également la structure du tube digestif de l'*Hydrophilus piceus* et de l'*Hydrous caraboides*. — MM. **Rietsch** et **Gavard** ont traité en grand de l'eau chargée de microbes pathogènes par l'air ozonisé; dans aucun cas, il ne s'est développé de bacilles typhiques dans l'eau traitée. — M. **Rietsch** a étudié la vitalité du colibacille et du bacille typhique dans l'eau; il a aussi cherché à séparer les deux bacilles par la bougie Chamberland (procédé Cambier), mais il a enregistré de nombreux insuccès. — M. **E. Huon** signale un cas de tuberculose humaine transmis à une vache. — M. **C. Gerber** montre que, dans le type silicule ordinaire des Crucifères, la cloison est formée par deux feuilles carpellaires, en voie de régression, il est vrai, mais représentées néanmoins. D'autre part, la mortification des tissus des cloisons des siliques normales est attribuable à l'orientation inverse du faisceau, grâce à laquelle la nutrition des cellules de la région centrale de ces cloisons ne peut plus se faire normalement. — M. **A. Briot** a constaté que l'action kinasique du venin de la Vive, quoique réelle, n'est pas assez puissante pour influencer la marche d'une digestion tryptique. — M. **J. Cotte** indique une modification au procédé de dosage des solutions diluées d'alcool à l'aide du bichromate de potasse. — M. **Ch. Livon** a obtenu des résultats très variables dans l'étude de l'action du peroxyde d'azote sur la respiration et la circulation; il y a probablement une sorte de sensibilité individuelle de l'appareil cardio-vasculaire à cet agent. — Le même auteur a reconnu que la destruction de l'adrénaline par l'organisme se fait surtout dans le muscle, non seulement vivant, mais réunissant toutes les conditions biologiques normales. — M. **Boy-Teissier** a constaté que la sérosité d'œdème a un pouvoir toxique des plus réduits.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 1er Juillet 1904.

M. **E. Bouty** présente ses recherches sur la *cohésion diélectrique de la vapeur de mercure, de l'argon et de leurs mélanges.* L'argon pur possède une cohésion diélectrique exceptionnellement faible. La moindre trace d'impureté relève beaucoup cette cohésion. En même temps, la lueur d'effluve passe d'un blanc bleuté très vif à une nuance indécise, d'aspect sale. La mesure de la cohésion diélectrique est un réactif de la pureté de l'argon, de sensibilité comparable à celle de l'analyse spectrale. L'échantillon d'argon le plus pur dont M. Bouty ait pu disposer avait une cohésion diélectrique près de sept fois plus faible que celle de l'hydrogène. Pour étudier la vapeur de mercure, monoatomique comme l'argon, il était nécessaire de pouvoir opérer au-dessus de 200°. L'auteur a eu recours à un ballon de silice de la maison Heraeus. Les expériences n'ont soulevé aucune difficulté exceptionnelle. Elles ont fixé la cohésion diélectrique de la vapeur de mercure à une valeur égale aux 0,85 de celle de l'air. Eu égard à la densité considérable de la vapeur de mercure, cette cohésion peut passer pour remarquablement petite, ce qui rapproche la vapeur de mercure de l'argon. Les effluves, dans la vapeur de mercure, sont éblouissantes. L'addition de petites quantités d'un gaz étranger diminue beaucoup leur éclat, et la cohésion diélectrique du mélange est supérieure à celle que l'on calculerait par la loi des moyennes, comme dans le cas de l'argon; mais les écarts sont incomparablement plus faibles. Il était particulièrement curieux de savoir si les mélanges d'argon et de vapeur de mercure se comporteraient autrement que les mélanges d'argon et d'un gaz polyatomique quelconque. Il n'en est rien. L'argon est aussi sensible à la présence de la vapeur de mercure qu'à celle de toute autre impureté. Le principal intérêt de ces expériences réside dans le lien qu'elles paraissent établir entre la cohésion diélectrique et la nature du spectre. Quand un gaz impose ses raies, il impose aussi sa cohésion diélectrique, c'est-à-dire que la cohésion s'écarte de la valeur prévue par la loi des moyennes en se rapprochant davantage de la cohésion propre au gaz dont le spectre domine. — M. **G. Sagnac** : *Sur la propagation de la phase des vibrations et sur les interférences au voisinage d'une ligne focale.* 1. *Nouveau mode d'observation et photographie du phénomène de M. Gouy.* On éclaire par une source linéaire une lentille cylindrique de spath d'Islande, dont une face est plane et parallèle à l'axe du cristal; la lentille est placée entre deux nicols. Quand la ligne lumineuse source est bien parallèle aux génératrices de la lentille, on observe des franges d'interférence rectilignes, parallèles à ces génératrices et non localisées. Si la frange centrale est noire à la sortie de l'analyseur, elle est grise entre la ligne focale ordinaire et la ligne focale extraordinaire, images de la fente données par la lentille biréfringente. La frange centrale est de nouveau noire au delà de la ligne focale extraordinaire. La lentille est associée à une lame de spath d'Islande parallèle à l'axe du cristal et de section principale croisée avec celle de la lentille, ce qui permet, en particulier, d'annuler la biréfringence sur la frange centrale et d'observer en lumière blanche une frange centrale noire si les nicols sont croisés. Le long d'un écran fixe presque parallèle à l'axe du faisceau, on peut observer le resserrement de ce faisceau à une ligne focale et la différence d'aspect du centre d'interférence de part et d'autre du point de resserrement du faisceau. En lumière verte, en plaçant ainsi une plaque photographique inclinée de 4° sur l'axe du faisceau, M. Sagnac obtient une photographie du phénomène de M. Gouy. 2. *Étude de la propagation de la phase des vibrations lumineuses jusqu'à une ligne focale.* En réduisant le diamètre apparent transversal de la ligne lumineuse, vue de la lentille, et la largeur de la lentille de spath, comptée perpendiculairement aux génératrices de la lentille, M. Sagnac rend les franges observables, sans interruption, à toute distance; aux lignes focales elles-mêmes, il observe encore les franges, soit directement à la loupe, soit sur les clichés photographiques agrandis. La transformation du centre d'interférence à la traversée de la ligne focale se montre alors; elle est progressive et se fait sur une étendue extrêmement grande par rapport à la longueur d'onde (plusieurs centimètres par exemple). La théorie de la diffraction sur l'axe du système s'accorde avec les résultats numériques obtenus en opérant avec une lumière suffisamment monochromatique (verre vert). 3. M. Sagnac indique comment, en excitant des rides liquides à l'aide d'une pointe vibrante placée en un foyer d'un contour elliptique complet qui réfléchit les rides, on peut étudier la propagation de ces ondes linéaires complètes au voisinage du second foyer de l'ellipse.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 2 Juin 1904 (Suite).

M. **S. Arrhénius** présente de nouvelles considérations sur l'*équilibre électrique du Soleil.* On admet généralement que les fines gouttelettes qui se forment par condensation dans l'atmosphère solaire sont en grande majorité négativement chargées. Repoussées par la pression de la radiation, elles vont charger d'électricité négative l'atmosphère des autres corps célestes. Si le Soleil n'émettait que des particules négativement chargées de tous les côtés, il prendrait rapidement une charge positive énorme. Mais, en raison de cette charge même, il influe sur la trajectoire des particules négatives qu'il émet, et finit par en capter un grand nombre; il attire de la même façon les particules cosmiques émises par d'autres mondes. Il y a donc balance de gains et de pertes et réalisation d'un équilibre électrique. — M. **W. N. Shaw** : *Sur la circulation générale de l'atmosphère dans les latitudes moyennes et élevées.* L'auteur conclut de l'étude des cartes synoptiques que les aires anti-cycloniques de l'Atlantique prennent une part beaucoup moindre comme sources d'air pour les tempêtes voyageantes qu'on ne l'avait cru; d'autre part, le mouvement de l'air dans les latitudes moyennes revêt plutôt la nature d'un passage autour du pôle dans une direction Est générale, tantôt du Nord-Ouest, tantôt du Sud-Ouest. — M. **A. Mallock** communique une *méthode directe pour la mesure du coefficient d'élasticité de volume des métaux.* Quand un long cylindre circulaire est soumis à la pression d'un fluide intérieur, si les parois sont très minces comparativement au diamètre du cylindre, on démontre que la variation de longueur du cylindre dépend seulement du coefficient d'élasticité de volume. On arrive ainsi à l'équation $K = Pr_2/6te$, où K est le coefficient d'élasticité de volume, P la pression du fluide sur une face du cylindre, r le rayon et t l'épaisseur de la paroi. L'auteur a employé cette méthode avec l'acier, le cuivre et le laiton; pour ces corps, K est respectivement égal à $18,41 \times 10^{11}$, $16,84 \times 10^{11}$ et $10,5 \times 10^{11}$. — M. **Shelford Bidwell** : *Sur les changements magnétiques de longueur dans les tiges recuites de cobalt et de nickel.* L'auteur a décrit en 1894 les changements magnétiques de longueur dans le fer recuit (*Proc. Roy. Soc.*, vol. LV, p. 228). Lorsqu'on soumet un fil de fer ordinaire à un champ longitudinal augmentant graduellement à partir d'une faible valeur, il s'étend tout d'abord, puis il reprend sa longueur originelle, et finalement devient plus court que lorsqu'il était non magnétisé. Dans le fer non recuit, l'extension maximum diminue et la contraction commence dans un champ plus faible; la courbe du changement de longueur s'abaisse. Lorsqu'il s'agit d'un spécimen tout à fait bien recuit, la contraction commence dans un champ très faible, sans aucune extension préliminaire. Des expériences semblables ont été faites avec le cobalt et le

nickel. Le cobalt, dans les conditions ordinaires, se comporte contrairement au fer, se contractant dans les champs faibles et s'allongeant dans les champs forts. L'auteur a trouvé qu'une tige de cobalt fondu, bien recuite, se contracte uniformément dans des champs allant jusqu'à 1.360 unités (le plus élevé que l'on ait atteint), la courbe de rétraction étant une ligne droite. Ceci confirme les observations publiées l'année dernière au Japon par Honda et Shimizu. Cependant, avec un spécimen de cobalt laminé, la courbe du changement de longueur garde sa forme générale, mais est considérablement abaissée; dans un champ de 1.750 unités, la partie ascendante est toujours au-dessous de l'axe de H et lui est presque parallèle; cependant, il est probable qu'il n'y aura jamais aucun allongement quelle que soit la force du champ. L'effet le plus remarquable de la recuite sur la courbe de rétraction pour le nickel est une augmentation dans la rapidité de sa descente, qui est peut-être due simplement à une plus grande susceptibilité magnétique. Ainsi il est prouvé que des spécimens de fer, de cobalt et de nickel bien recuits subissent tous une contraction lorsqu'ils sont magnétisés longitudinalement.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 15 Juin 1904 (suite.)

MM. **W. A. Tilden** et **F. P. Leach**, en faisant digérer le β-nitrosochlorure de limonène avec le cyanure de potassium, ont obtenu un nitrosocyanure $C^{10}H^{16}AzO.CAz$, F. 90°-91°, $[\alpha]_D = +165°$. — M. **Ch. H. Burgess** et et **D. L. Chapman** ont constaté que du chlore actif est formé par l'action de la lumière ou de la chaleur sur le chlore inactif. Le chlore humide, chauffé à 100° et refroidi à la température ordinaire, est rendu presque aussi actif que par l'action de la lumière. — MM. **J. J. Sudborough**, **H. Hibbert** et **S. H. Beard** ont obtenu un composé d'addition du bromure de magnésium et du succinate d'éthyle $(CH^2.CO^2C^2H^5)^2.MgBr^2$. C'est un corps cristallin, très hygroscopique. De nombreux produits oxygénés ou azotés organiques paraissent capables de donner des composés analogues. — MM. **J. J. Sudborough** et **H. Hibbert** montrent que les amines primaires réagissent à froid sur $MgCH^3I$ en solution dans l'éther amylique en dégageant une molécule de méthane, d'après l'équation : $RAzH^2 + CH^3MgI = RAzH.MgI + CH^4$; à chaud, une seconde molécule de méthane est mise en liberté : $RAzH.MgI + CH^3MgI = RAz(MgI)^2 + CH^4$. Avec les amines secondaires, il ne se dégage qu'une molécule de CH^4, même à chaud. Enfin, avec les amines tertiaires, il n'y a pas de dégagement. — M. **J. J. Sudborough** a constaté que l'acide allocinnamique et ses dérivés bromés, par l'action de la lumière ou de la chaleur, sont transformés en grande partie dans leurs dérivés plus stables. Au contraire, l'exposition prolongée aux rayons du radium n'a pas d'effet sur eux. — M. **G. Th. Morgan** présente quelques notes de chimie analytique relatives à la séparation de l'arsenic par distillation dans un courant de HCl et à la détermination du carbone par oxydation avec l'acide chromique. — M. **F. D. Chattaway**, en dissolvant les sulfonamides dans une solution de chlorure de chaux et ajoutant de l'acide acétique, a obtenu des dichloraminosulfonamides $RSO^2.AzCl^2$, corps stables et bien cristallisés. Par l'action de l'hypochlorite de soude sur les sulfonamides en l'absence d'agents catalytiques, l'auteur a également obtenu des sulfonephénylchlorimides. — MM. **E. F. Armstrong** et **P. S. Arup** ont constaté que les groupes acétyle des penta-acétates de glucose et de galactose et de l'octo-acétate de sucrose sont hydrolysés avec des vitesses différentes, tandis que ceux des tétra-acétates de méthylglucosides ou galactosides le sont avec la même vitesse. — M. **A. G. Perkin** a isolé du *Butea frondosa* deux substances : l'une incolore, nommée *butine*, $C^{15}H^{12}O^5$, $^1/_2H^2O$, F. 224°-226°, donnant un dérivé triacétylé, F. 123°-125°; l'autre, jaune orange, nommée *butéine*, $C^{15}H^{12}O^6$, F. 213°-215°, donnant un dérivé tétracétylé, F. 129°-131°. Digérée avec H^2SO^4 alcoolique dilué, la butéine est transformée en partie en butine. La butéine est une tétrahydroxybenzylidène-acétophénone, et la butine en dérive par fermeture d'un noyau. — Le même auteur a étudié la cyanomaclurine $C^{15}H^{14}O^6$, extraite de l'*Artocarpus integrifolia*. Elle donne un dérivé penta-acétylé, F. 136°-138°; fondue avec KOH, elle fournit de l'acide β-résorcylique et du phloroglucinol. — Le même auteur propose de déterminer comme suit les groupes acétyle : la substance dissoute dans l'alcool est distillée avec H^2SO^4; le distillatum est reçu dans la potasse alcoolique, puis on fait bouillir pour saponifier l'acétate d'éthyle présent; enfin on titre avec l'acide sulfurique. — Le même auteur a trouvé que la catéchine de l'acacia donne un dérivé acétylé F. 158°-160°, et un éther tétra-méthylique F. 152°-153. Les dérivés correspondants de la catéchine du gambier fondent à 129°-130° et à 142°-143°. — Enfin, M. **A. G. Perkin** montre que la matière colorante jaune extraite par Rawson de l'indigo de Java est identique au camphérol.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BERLIN

Séance du 21 Avril 1904.

M. **M. Planck** étudie l'extinction de la lumière dans un milieu optiquement homogène à dispersion normale. Le phénomène désigné sous le nom d'extinction de la lumière, à savoir l'affaiblissement graduel que subit l'intensité d'un rayon lumineux dans son passage à travers un milieu, peut se rattacher, au point de vue de la théorie électromagnétique, à deux causes absolument indépendantes : La première est la capacité que possèdent les milieux traversés par un rayonnement de conduire des courants galvaniques stationnaires. L'influence de la conductivité galvanique sur l'extinction de la lumière n'est autre que la production de chaleur par le courant électrique. En effet, tout rayon lumineux excite dans le milieu conducteur un courant périodiquement alternant, et c'est la chaleur de Joule produite par ce courant qui se déduit de l'énergie du rayonnement qui se propage. Cette déduction de la théorie de Maxwell vient d'être confirmée par les récentes expériences de Hagen et Rubens relatives à la réflexion et à l'émission des rayons à grande longueur d'onde par de nombreux métaux et alliages. Quant à ce qui regarde en second lieu la cause de la production de chaleur par le courant galvanique, les théories exposées par R. Riecke et P. Drude, d'après lesquelles les courants galvaniques au sein des métaux seraient dus aux mouvements des électrons libres, ont donné un commencement de solution; la chaleur de Joule serait, en effet, l'énergie transformée de mouvements ordonnés en mouvements désordonnés des électrons. La première cause de l'extinction de la lumière, cause qui se fait sentir surtout dans la région des grandes longueurs d'ondes, est loin d'être la seule ou même la plus importante. Les cas où l'extinction de la lumière est tout à fait étrangère à la conductivité galvanique du milieu sont, en effet, bien plus fréquents en Optique, et la théorie de ces phénomènes, nécessitant la discussion des phénomènes moléculaires, est bien plus compliquée. Dans les milieux non conducteurs de l'électricité, l'homogénéité est surtout importante. Il convient de désigner comme *physiquement homogène* tout milieu dont les différences de constitution ne se manifestent que lorsqu'on remonte aux dimensions de l'ordre de grandeur des molécules. Or, comme les phénomènes optiques se passent dans les dimensions des longueurs d'onde, grandes en comparaison des dimensions des molécules, un milieu sera dit optiquement homogène si toutes les portions dont les dimensions sont de l'ordre de grandeur d'une longueur d'onde optique exercent des effets identiques. Les milieux troubles seront, par conséquent, au point de vue

optique, tout aussi homogènes qu'une substance physiquement et chimiquement homogène quelconque, pourvu que les particules englobées et leurs distances mutuelles soient petites en comparaison des longueurs d'onde en question. C'est la présence de particules pareilles qui peut donner lieu à une extinction de la lumière, et les résultats théoriques trouvés par l'auteur concordent très bien avec ceux obtenus par Lord Rayleich, déjà en 1881, au moyen d'une théorie différente.

Séance du 28 Avril 1904.

M. **Kohlrausch**, de concert avec M. **Grüneisen**, a fait des recherches sur la conductivité des solutions aqueuses des sels à ions bivalents, recherches qui l'amènent à étudier quelques particularités de l'oxalate de magnésium. Ce corps présente une allure anormale de la conductivité en solution, en même temps qu'une inertie excessive de solution et de dégagement. Ces propriétés se rattachent à la formation de molécules complexes.

Séance du 5 Mai 1904.

M. van't Hoff présente une communication de MM. **R. Luther** et **F. Weigert** sur la conversion de l'anthracène en dianthracène sous l'influence de la lumière. Les auteurs trouvent que la conversion polymère de l'anthracène constitue une réaction réversible. Etudiant cette dernière dans un dissolvant approprié, MM. Luther et Weigert constatent qu'à l'état d'équilibre la quantité de dianthracène est proportionnelle à la quantité de lumière absorbée par unité de temps. — M. **K. Haussmann** a fait des mesures magnétiques dans les montagnes du Ries, mesures qui mettent en évidence des relations remarquables entre les conditions magnétiques et la structure géognostique.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Séance du 3 Juin 1904.

M. **N. Börnstein**, en se servant des enregistrements de la pression atmosphérique faits pendant vingt ans à l'Académie d'Agriculture de Berlin, vient de trouver la période diurne moyenne, en heures, pour chacun des douze mois aussi bien que pour l'année entière. Il a retrouvé les deux oscillations déjà connues; dans la moyenne annuelle, les maxima se présentent à 10 heures du matin et 11 heures du soir, les minima à 5 heures du soir et 4 heures du matin respectivement, les chiffres cités en premier lieu correspondant aux extrêmes les plus marqués. Au commencement de la saison chaude, les extrêmes s'éloignent de midi pour s'en rapprocher des deux côtés pendant la saison froide. Le troisième maximum découvert par M. Rykatschew se manifeste dans les premières heures de la matinée pendant les mois de novembre à février. Ces résultats expérimentaux permettent d'exprimer la période diurne du baromètre par une série harmonique de la forme bien connue. C'est ce qui a conduit M. Hann à reconnaître que l'oscillation de pression diurne est intimement liée à la période diurne de la température et aux particularités locales de cette dernière, alors que l'oscillation semi-diurne serait indépendante des influences locales. On a, par conséquent, essayé d'attribuer les deux termes premiers de la série à des influences physiques différentes, le second terme étant étranger aux phénomènes terrestres. Alors que M. Lamont admet une influence électrique du Soleil, M. Hann attribue le terme en question (à savoir la double oscillation diurne) à l'échauffement des couches atmosphériques supérieures. Or, M. Margules, en développant une idée suggérée par Lord Kelvin, vient de montrer que l'atmosphère terrestre, considérée comme un ensemble bien défini, est susceptible d'oscillations libres, dont l'une se produit dans des périodes d'environ douze heures, de telle façon que ce serait à des intervalles de douze heures qu'une perturbation périodique provoque des vibrations de cette même période, perturbation d'une intensité plus grande que celles qui se présentent dans d'autres intervalles, tels que ceux de 24 heures. Les essais et calculs faits par l'auteur suggèrent l'idée que l'oscillation diurne est encore intimement reliée à la période de la température, ce qui permettrait de regarder la série harmonique en question comme l'expression mathématique d'une seule relation physique, à savoir celle entre la pression atmosphérique et la température locale.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 28 Mai 1904.

1° Sciences mathématiques. — **D. J. Korteweg** : Notice nécrologique sur N. Th. Michaelis, 1824-1904. — M. Korteweg présente au nom de M. **Fr. Schuh** : *Sur une expression de la classe d'une courbe plane algébrique à singularités supérieures.* Cette communication complète la précédente (*Rev. gén. des Sc.*, t. XV, p. 471).

2° Sciences physiques. — M. **J. P. van der Stok** : *Une période de vingt-six jours dans les moyennes journalières du baromètre.* Il s'agit des résultats déduits d'une série d'observations faites à Batavia pendant trente-six ans. — M. **W. H. Julius** : *Sur des bandes de dispersion dans les spectres d'absorption.* Plusieurs circonstances influent sur la forme des raies d'absorption. Dans le cas de l'absorption par des gaz et des vapeurs, il faut envisager la température, la densité, la pression des substances, leur vitesse de mouvement, et l'intensité et la direction du champ magnétique qui les environne. Ici l'auteur fait voir que la dispersion anomale dans le gaz absorbant influe encore considérablement sur le caractère des raies obscures. Si la lumière traverse une masse dont la densité n'a pas partout complètement la même valeur, en général les rayons sont infléchis. La déviation est maximum pour les espèces de rayons dont l'indice de réfraction dans le milieu diffère autant que possible de l'unité, c'est-à-dire les rayons situés dans le spectre de part et d'autre et à la proximité des raies d'absorption. Donc, cette lumière se propage généralement dans plusieurs directions et le spectroscope en accusera une plus faible partie que de la lumière dont l'indice de réfraction égale sensiblement l'unité. Le spectre d'absorption doit donc présenter en des points déterminés un manque de lumière, causé par la dispersion dans la vapeur absorbante, cette vapeur n'étant jamais parfaitement homogène; ces lieux obscurs seront désignés par le nom de *bandes de dispersion.* Naturellement, ces bandes coïncident en partie avec le domaine de l'absorption, et plusieurs fois elles ont été interprétées à tort comme des raies d'absorption élargies. L'auteur se propose d'étudier les propriétés par lesquelles les bandes de dispersion se distinguent des bandes d'absorption. La déviation qu'éprouve un rayon de lumière d'une longueur d'onde donnée en un point déterminé d'un milieu hétérogène ne dépend pas seulement de la variation de la densité optique en ce point, mais tout aussi bien de l'angle entre le rayon et les surfaces de niveau de la densité; elle est d'autant plus grande que cet angle est petit. Ainsi, on fait naître des déviations considérables des rayons lumineux par la dispersion anomale : 1° en se servant de masses de vapeur présentant dans un espace très petit des variations de densité énormes; 2° en faisant parcourir à la lumière des chemins considérables à travers des masses de vapeur à variations de densité limitées sous des angles minima avec les niveaux de densité. L'auteur se sert de la seconde méthode, surtout en vue de l'application des phénomènes à l'explication de plusieurs particularités des spectres des corps célestes. Le milieu absorbant consistait en une flamme de Bunsen de forme particulière, avec addition d'un sel de sodium en quantités facilement déterminables. La forme particulière du bec est représentée par la coupe transversale (fig. 1); on y remarque un bassin de cuivre A à couvercle B, avec une ouverture rectangulaire de

75 centimètres de longueur sur 2 centimètres de largeur, deux réglettes C et C′ en cuivre de 75 centimètres de longueur, formant en O l'ouverture longitudinale du bec, d'une largeur de 1 centimètre. Le récipient est rempli partiellement par une solution saturée de carbonate de soude; l'espace restant contient un mélange de gaz d'éclairage et d'air admis par deux tuyaux omis sur la figure, le tout étant enfermé hermétiquement. Si le bec longitudinal fonctionne, l'ouverture en forme de fente O se ferme tout de suite à cause de l'échauffement unilatéral des réglettes. En plaçant le bassin dans un appareil contenant de l'eau courante, l'auteur obtint une flamme assez constante. Deux millimètres au-dessous du niveau de la solution saline, un fil de platine P traverse l'appareil dans la direction longitudinale, se terminant aux deux bouts par des fils de cuivre isolés liés au pôle négatif d'une pile d'accumulateurs de 20 volts, tandis que le pôle positif de cette pile se termine aux deux bouts d'une bande de platine P′ posée sur une plaque en verre au fond du bassin A. En fermant le courant, on engendre une cascade de gouttes microscopiques dans l'espace R, de manière que la flamme distribue une lumière de sodium égale, dont on peut régler l'intensité à l'aide de résistances régulatrices et d'un ampèremètre. La figure 2 représente la marche

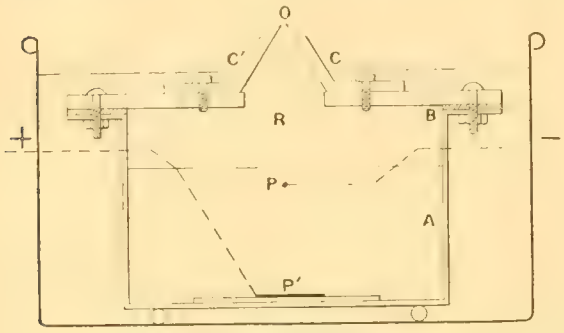


Fig. 1. — *Appareil pour la production d'une flamme de sodium allongée.* — A, bassin; B, couvercle; C, C′, réglettes; O, bec; P, P′, électrodes; R, gaz combustible.

des rayons à travers cette flamme allongée de sodium dans deux cas très différents. L est le cratère d'une lampe à arc de 20 ampères; la lentille A en projette une image sur la fente S_1 de 1 à 2 millimètres de largeur, et à son tour cette image est projetée par la lentille B sur la fente S_2 d'un spectroscope à grille. L'écran P intercepte presque la moitié du faisceau conique de lumière passant par A, et la partie transmise par S_1 se projette presque totalement sur l'écran Q, placé assez près de l'axe optique des deux lentilles pour que seule une bande très étroite de lumière passant par le milieu de B parvienne en S_2. Le grand bec de gaz se trouve sur un traîneau et une table tournante et peut être amené en chaque position par des vis régulatrices. Si l'axe de la flamme, c'est-à-dire le point le plus lumineux de la vapeur de sodium, se trouve dans l'axe optique du système de lentilles, les deux raies D s'élargissent dans le spectroscope; dans le cas contraire, on y parvient à l'aide de déplacements infinitésimaux des écrans P et Q. L'image 1 de la figure 3 correspond au cas où la flamme N (fig. 2) est éteinte; les raies d'absorption très minces proviennent de petites traces de sodium à proximité des charbons. Si la flamme est allumée, un courant très faible fait naître l'image 2; les images 3, 4, 5 correspondent à des intensités de 1, 3, 6 ampères. Considérons maintenant le cas représenté par la figure 2 *a*, où le diamètre de la flamme a été déplacé de 3 millimètres à droite. Le faisceau de lumière très étroit qui parvient en S_2 ne traverse que cette partie de la flamme où la densité de la vapeur de sodium augmente de gauche à droite. Les rayons pour lesquels l'indice de réfraction de la vapeur est grand se courbent comme S_1 G; ils ont accès à la fente S_2, l'écran Q ne les interceptant pas. Là ils se présentent en plus grande quantité grâce à la présence de la vapeur de sodium; car des rayons provenant de la moitié découverte de A, qui seraient interceptés par Q dans leur propagation rectiligne, pénétrent la lentille B après s'être infléchis. Au contraire, les rayons pour lesquels la vapeur de sodium a une densité inférieure à l'unité se recourbent vers la gauche et ne figurent pas dans le spectre à cause de l'interception par Q. Les images 6, 8, 10 ont trait à ce

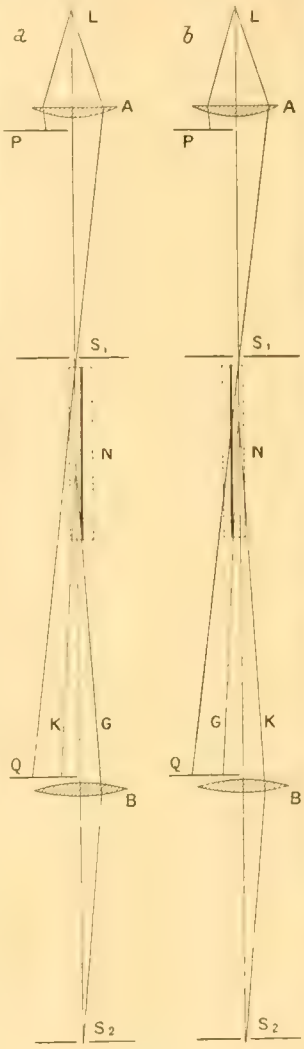


Fig. 2.

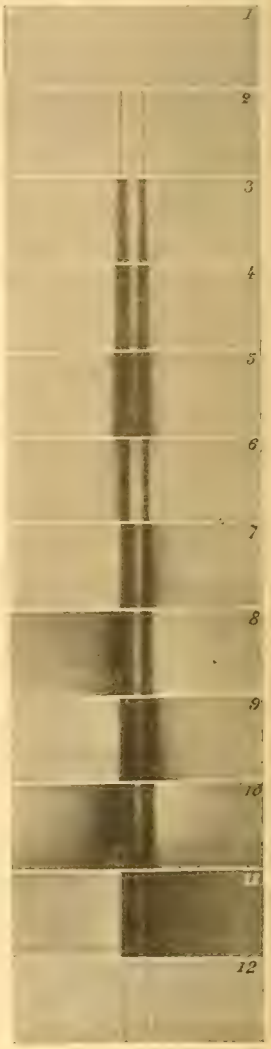


Fig. 3.

Fig. 2. — *Marche des rayons à travers une flamme de soude allongée.* — L, lampe à arc; A, B, lentilles; S_1, S_2, fentes; P, Q, écrans; N, flamme de sodium.

Fig. 3. — *Images des raies* D *du sodium pour différentes conditions de la flamme.*

cas; on y aperçoit à gauche les longueurs d'onde petites, à droite les longueurs d'onde grandes. Ainsi la dispersion anomale a fortifié la lumière située du côté du rouge et affaibli celle située du côté du violet. Au contraire, dans les images 7, 9, 11, correspondant à la disposition de la figure 2 *b*, la lumière rouge est affaiblie et la lumière violette fortifiée. Et 12 montre encore les raies D, minces après l'extinction de la flamme.

P. H. Schoute.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

15e ANNÉE N° 16 30 AOUT 1904

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Astronomie

Comètes hyperboliques. — La question de la forme elliptique ou hyperbolique des orbites des comètes, abordée à l'origine par des considérations de probabilités, mérite aujourd'hui d'être reprise directement par le calcul des éléments des orbites de certaines comètes, que les puissants instruments modernes ont permis d'observer pendant un assez long intervalle de temps. Mais une circonstance peut causer une illusion sur la véritable forme primitive de l'orbite d'une comète : c'est que, lorsque l'astre se trouve très loin du Soleil, la valeur du grand axe ou de l'excentricité doit être calculée, non seulement en rapportant le mouvement au centre de gravité du système planétaire, comme l'a montré Elis Strömgren dans ses savants travaux sur la comète 1890 II, mais encore en prenant pour la constante de l'attraction la valeur qui correspond à la somme des masses du Soleil et des planètes.

Bien interprétés, les calculs de Strömgren établissent que cette comète doit être affectée d'une orbite légèrement elleptique; mais il restait encore à savoir si, avant 1884, les perturbations planétaires étaient restées sans effet sur cette orbite. C'est ce travail long et délicat qu'a entrepris M. Louis Fabry : travail couronné de succès, puisqu'il permet d'établir définitivement que cette comète célèbre avait une orbite légèrement elliptique.

Les comètes hyperboliques sont presque toutes fort douteuses, et le fait est du plus haut intérêt pour leur origine dans le système solaire, de sorte qu'il faut souhaiter voir suivre l'habile et heureuse initiative de M. L. Fabry.

Les Léonides en 1903. — L'étude systématique des Léonides a été entreprise, l'année dernière, à l'Observatoire de Chevreuse, par MM. M. Farman, E. Touchet et H. Chrétien; la seconde station choisie était à 30 kilomètres, distance suffisante pour que les erreurs d'observation soient petites relativement aux déplacements parallactiques, et assez faible, cependant, pour permettre une identification certaine des météores observés en double. Suivant les indications du temps, on peut se rendre rapidement en automobile à la deuxième station.

Sur 83 météores enregistrés, on a 14 sporadiques et 4 radiants, dont le plus important est celui des Léonides, avec 28 météores, par $R = 137°$ et $D = +23°$.

Parmi les coïncidences, celles qui présentent des garanties suffisantes permettent d'établir, en moyenne : 104 kilomètres pour la hauteur d'apparition, 76 kilomètres pour la disparition, avec des trajectoires de 35 kilomètres.

Ce sont là d'intéressants documents qui viennent enrichir l'histoire des essaims, et, comme nous l'avons déjà dit, il faut savoir gré aux membres de la Société Astronomique de France de se dévouer pour ces observations utiles, mais fatigantes et trop peu considérées.

§ 2. — Météorologie

Observations météorologiques de la Mission Foureau-Lamy. — Partie du sud de l'Algérie, le 23 octobre 1898, la Mission Foureau rentrait en France le 1er septembre 1900, après avoir traversé l'Afrique, d'Alger au Congo, par le Tchad. Pendant toute la durée du voyage, des observations météorologiques régulières ont été effectuées trois fois par jour : c'est dire l'important apport scientifique de toutes ces données, qui viennent d'être publiées et dont nous extrayons[1] le fait essentiel concernant la température.

Dans tout le cours du voyage, la température la plus basse a été observée à l'Oued Affattakha, à l'altitude de 1140 mètres et à la latitude de 25°; elle a atteint — 10°,2, nombre que l'on ne retrouve nulle part pendant le même mois dans tout l'extrême sud algérien, même dans des stations plus élevées et à plus de 9° au Nord. C'est là une nouvelle preuve, ajoutée à celles qu'avait déjà données Duveyrier, du caractère extrême de la région des Touareg. Dans l'Aïr, en mai, le thermomètre est monté jusqu'à 46°,5, nombre tout à fait comparable au maximum (46°8) de Tombouctou dans la même période, mais à une altitude moindre. Ce chiffre a été dépassé une fois, et M. Foureau a noté jusqu'à 48°,3, en mars 1900, mais beaucoup plus au sud, à Koussri.

[1] *Ciel et Terre*, t. XXV, p. 115.

Bien qu'ayant séjourné dans l'Aïr pendant la saison la plus chaude de l'année, M. Foureau n'a jamais mesuré, au thermomètre-fronde, +50°. Il est permis de douter que les deux ou trois observations que l'on cite, et où la température aurait dépassé 50°, aient été faites dans de bonnes conditions, et, jusqu'à nouvel ordre, on peut considérer cette valeur de 50° comme la limite supérieure extrême des températures que l'homme est appelé à supporter.

§ 3. — Électricité industrielle

Nouveaux fréquence-mètres pour courants ondulatoires. — On s'est beaucoup attaché, depuis quelque temps, à obtenir la constance de la

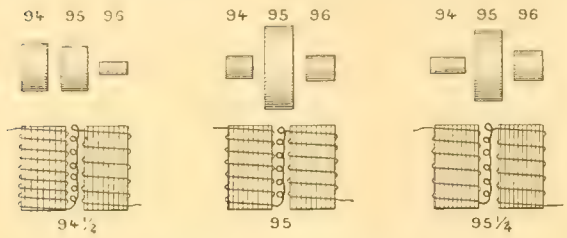


Fig. 1. — *Evaluation des fractions d'alternance d'après l'amplitude relative des vibrations des anches voisines.*

fréquence normale dans les stations centrales à courants alternatifs, notamment triphasés : non seulement parce que le nombre des inversions de pôles exerce une influence sur l'efficacité des transformateurs, ainsi que sur les indications de tous les instruments de mesure basés sur l'aimantation des fers doux, mais aussi en vue d'arriver à une exploitation plus rationnelle, en évitant l'élévation inutile de la tension des machines par une trop grande fréquence.

Dans les laboratoires, bureaux d'épreuve, d'étalonnage, etc., un fréquence-mètre (que l'on peut intercaler dans un circuit, n'importe où, comme une simple lampe à incandescence, et qui peut, par conséquent, servir d'indicateur à distance) présente certainement, au point de vue de la facilité de son emploi et de la la sûreté de ses indications, de notables avantages sur les tachimètres. Les fréquence-mètres ont également une importance particulière par leur emploi comme indicateurs à distance de tours et de vitesse.

Pour répondre à ce besoin, la Société anonyme Hartmann et Braun, à Francfort sur le Main, bien connue pour la fabrication de ses instruments de physique, vient de créer de nouveaux fréquence-mètres très sensibles.

Le fonctionnement de ces appareils repose sur le principe de la résonance électro-acoustique. Suivant l'usage auquel ils sont destinés, les fréquence-mètres Hartmann et Braun contiennent un nombre plus ou moins grand d'anches ou languettes, accordées chacune sur un nombre déterminé de vibrations et disposées en une suite tonique.

Sous l'action d'un couple d'aimants, qui peuvent être excités par un courant alternatif ou par un courant continu intermittent, dont il s'agit de déterminer la fréquence, l'anche dont le nombre de vibrations correspond le mieux à la fréquence du courant excitateur entre seule en résonance ; celle-ci est distinctement perceptible à l'œil et à l'oreille.

L'amplitude maximum de vibration n'est atteinte que par une seule anche, celle qui correspond exactement à la fréquence du courant ; si la fréquence tombe dans un intervalle, il y a deux anches qui vibrent à demi-amplitude, tandis que les autres restent au repos. Une graduation permet de lire le nombre d'alternances sur l'anche même, de sorte qu'on n'a pas besoin de beaucoup de pratique, ni d'être musicien pour se servir de ces instruments.

Le schéma de la figure 1 montre qu'il est possible de déterminer jusqu'à des fractions d'alternances.

Voici, plus exactement, comment fonctionne le fréquence-mètre : Prenons, par exemple (fig. 1), trois languettes dont les périodes de vibrations sont respectivement de 94, 95, 96. Si la fréquence du courant est 94 1/2, les languettes 94 et 95 vibreront avec une amplitude égale ; si la fréquence est 95, la languette 95 vibrera beaucoup plus fortement que 94 et 96, dont les amplitudes de vibration seront égales ; enfin, si la fréquence est 95 1/4, la languette 95 vibrera plus fort que 96, et 96 plus fort que 94.

Les fréquence-mètres à résonance se divisent en deux espèces d'appareils : 1° appareils à résonance électro-optique ; 2° appareils à résonance électro-acoustique. MM. Hartmann et Braun ont combiné ces deux espèces d'instruments.

Les fréquence-mètres électro-optiques sont ceux au moyen desquels on découvre le point de résonance *uniquement par la vue* des fortes vibrations des languettes, qui apparaissent dans une petite fenêtre. Les fréquence-mètres électro-acoustiques sont ceux qui décèlent le point de résonance *par l'émission d'un son aigu*, produit par les vibrations de languettes entourées par un encadrement fixe, comme c'est le cas dans un harmonium.

La forme la plus simple de ces appareils est le *tonomètre* électro-acoustique (fig. 2). Cet instrument (dont on se sert surtout pour les démonstrations) est constitué par trente-six languettes sonores (anches) disposées en clavier sur un socle. Devant cette rangée d'anches, on fait circuler un couple d'aimants fixés

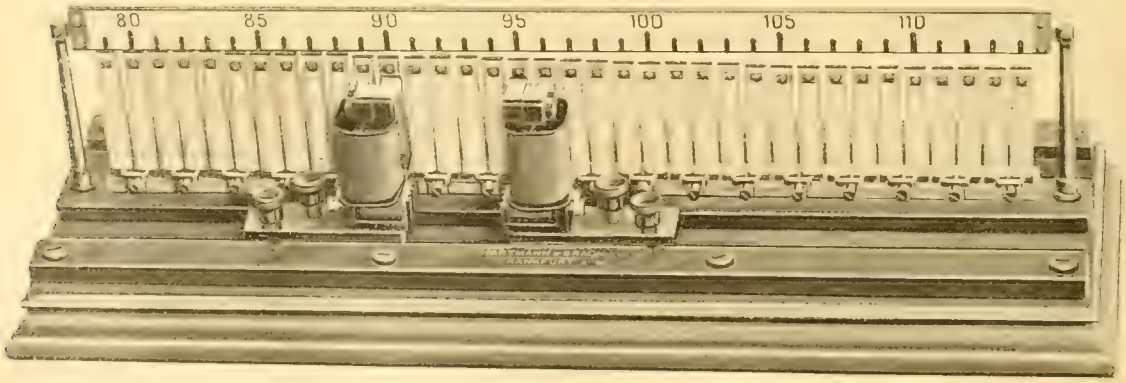


Fig. 2. — *Tonomètre électro-acoustique (Fréquence-mètre pour démonstrations).*

sur un chariot, jusqu'au moment où le son produit par les vibrations atteint son maximum d'amplitude. Les chiffres qui figurent au-dessus des anches indiquent la fréquence du courant.

Pour les besoins de la pratique, MM. Hartmann et Braun ont construit un fréquence-mètre plus maniable (fig. 3), auquel ils ont donné le nom de fréquencemètre optique et acoustique. Dans cet instrument, les anches sont disposées en cercle sur une boîte de résonance. Un bouton permet de faire tourner la série d'anches de façon à la faire passer devant les pôles d'un couple d'aimants feuilletés, qui peuvent être écartés de manière à comprendre entre eux trois ou cinq anches. L'anche dont la période correspond à la fréquence du courant passant par les aimants entre vivement en vibration en produisant un son aigu, et l'index de l'instrument montre le chiffre de la fréquence. En outre, les languettes (anches) sont pourvues d'un petit pavillon qui facilite les constatations *optiques*.

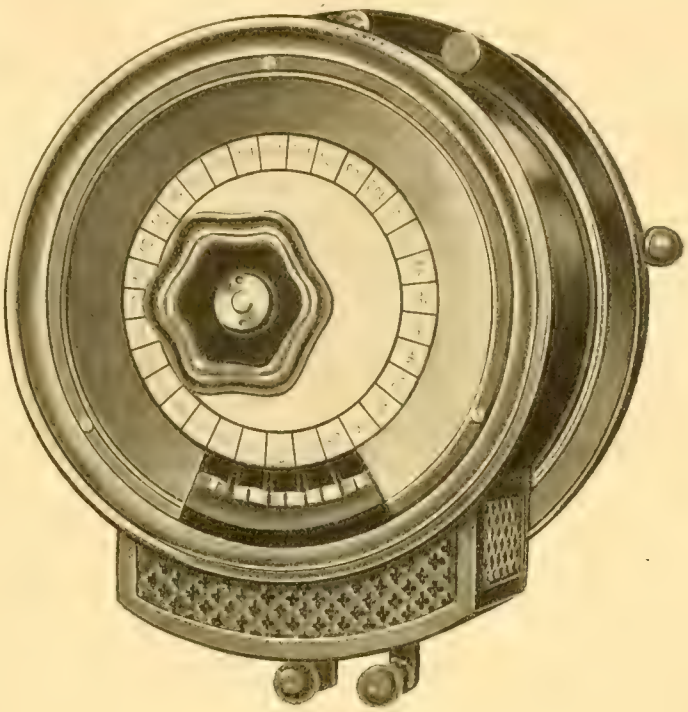


Fig. 3. — *Fréquence-mètre électro-acoustique.*

Pour le contrôle de dynamos ou d'interrupteurs qui doivent marcher avec une fréquence normale déterminée, on se sert d'un fréquencemètre simplifié. Celui-ci ne comporte que douze languettes, dont six sont accordées au-dessous, et six autres au-dessus de la fréquence normale. L'accord peut être réglé en demi-alternances ou en alternances complètes. L'appareil n'a pas de languette correspondant à la fréquence normale, qu'il s'agit de maintenir constante; mais on reconnaît que ce nombre est atteint lorsque les deux anches voisines ont la même amplitude de vibration; les variations de fréquence se manifestent par la résonance d'une anche plus grave ou plus aiguë.

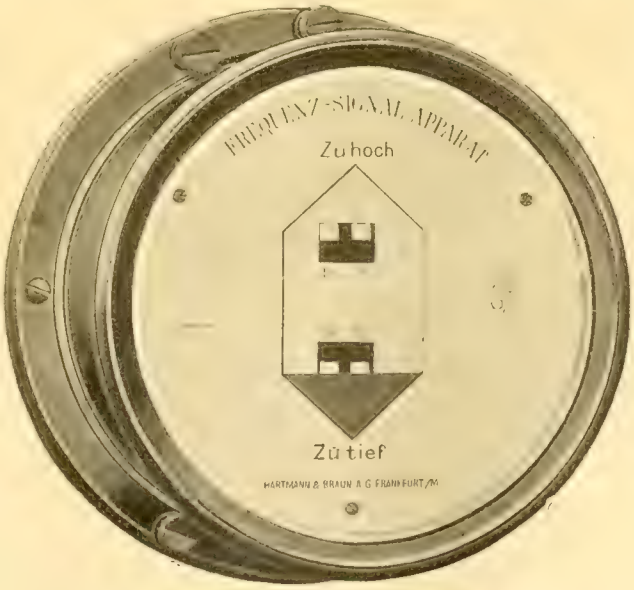


Fig. 4. — *Appareil de contrôle de fréquence avec avertisseur.*

Sur le même principe, les constructeurs ont aussi imaginé un *contrôleur de fréquence avec avertisseur* (fig. 4). Cet instrument comporte douze languettes, dont quatre seulement sont visibles dans les fenêtres du cadran. Dans la fenêtre supérieure vibrent les deux languettes dont la tonalité est plus haute, dans la fenêtre inférieure, les deux languettes dont la tonalité est plus basse que la fréquence normale.

On voit donc immédiatement si la fréquence normale est ou non maintenue. Les huit autres languettes ont pour but d'actionner, en cas de fluctuations dépassant 1 %, deux leviers qui soutiennent des disques-signaux. Lorsque la fréquence est normale, les fenêtres triangulaires sont complètement blanches. Si elle s'élève, le levier intéressé fait apparaître dans la fenêtre supérieure un disque rouge et établit un contact qui peut, s'il le faut, mettre en circuit un signal d'alarme indépendant. Dès que la fréquence normale est rétablie, soit d'elle-même, soit par suite d'un réglage, le levier reprend sa position première, l'annonciateur s'efface, la fenêtre redevient blanche, et le signal d'alarme est retiré du circuit. La même chose se passe pour la fenêtre inférieure, où apparaît un disque vert dans le cas où la fréquence s'abaisse.

L'avertisseur peut être constitué par des sonneries électriques de timbres différents, soit par une sonnerie et deux lampes à incandescence de couleurs différentes, avec intercalation éventuelle d'un relais.

L. Ramakers.

§ 4. — Chimie physique

L'effet chimique des rayons cathodiques. — Dans un travail récemment publié dans la *Physikalische Zeitschrift* (n° 12), M. E. Bose étudie le cas le plus simple de l'effet chimique des rayons cathodiques, en vue d'établir si la conversion due à ces rayons est bien un effet purement électro-chimique, suivant la loi de Faraday. Dans un appareil approprié, permettant d'exposer dans le vide une grande surface d'électrolyte (environ 200 centimètres carrés) à un rayonnement intense sans se servir d'électrodes in-

ternes, l'auteur a soumis à l'action des rayons cathodiques une solution de potasse caustique saturée à l'état chaud; une réduction ayant lieu, il s'est produit un dégagement d'hydrogène. L'auteur mesure la quantité d'électricité absorbée par l'électrolyte au moyen d'un voltamètre à hydrogène.

Or, si l'effet en question se passait suivant la loi de Faraday, la quantité d'hydrogène retirée du vide serait identique à celle que dégage le voltamètre. Comme, toutefois, la première se montre de dix à trente fois supérieure à la quantité d'hydrogène du voltamètre, il faut bien qu'en dehors de l'effet électrochimique, dont l'existence est mise hors de doute, il y ait une autre action chimique due aux rayons cathodiques. Les calculs de l'auteur font voir que cet autre effet des rayons peut très bien être dû à l'énergie cinétique des particules les constituant; en effet, cette énergie peut exercer des effets jusqu'à seize cents fois plus grands que l'énergie correspondant au dégagement de la quantité d'hydrogène électrochimique, bien que, dans la plupart des cas, la plus grande partie de cette énergie doive se tranformer en chaleur.

Il paraît probable que les effets chimiques des rayons de Becquerel présenteront des phénomènes analogues, bien que, dans ce cas, l'effet dynamique doive jouer un rôle prépondérant, en raison de la plus grande force vive. D'autre part, en passant à des rayons cathodiques de plus en plus lents, tels qu'on vient de les réaliser, on verra l'effet dynamique chimique prendre un rôle de plus en plus secondaire, jusqu'à ce qu'il ne reste que l'action électrochimique.

§ 5. — Physiologie

Les parathyroïdes de la tortue. — Après avoir totalement négligé les glandules thyroïdes, après les avoir considérées comme des thyroïdes supplémentaires destinées à suppléer les thyroïdes altérées ou enlevées, les physiologistes ont fait de ces organes des éléments physiologiques distincts et autonomes. Ils ont établi, chez des Mammifères et chez des Oiseaux, que les accidents tétaniques aigus qui suivent l'ablation globale des corps thyroïdes (thyroïdes et parathyroïdes), ou, pour parler exactement, la thyro-parathyroïdectomie, résultent de l'ablation des seules parathyroïdes.

MM. Doyon et Kareff, étendant ces recherches aux tortues, sont arrivés à un résultat analogue. Chez la tortue, il existe une paire de parathyroïdes, petites masses jaunâtres, arrondies, ayant au plus 1 millimètre de diamètre, situées de chaque côté de la base du cou, très près et au-dessous du thymus, contre la crosse de l'aorte, au point où le vaisseau s'infléchit en arrière. On peut sans peine détruire ces parathyroïdes sans léser les thyroïdes : il suffit de les cautériser avec une pince à mors très effilés.

La destruction d'une seule parathyroïde est sans effet appréciable; la destruction des deux parathyroïdes provoque des paralysies et la mort du troisième au huitième jour pour les animaux conservés à une température de 12 à 18°. L'ablation du corps thyroïde, par contre, ne produit pas d'accident, au moins chez les tortues adultes, les seules sur lesquelles MM. Doyon et Kareff aient expérimenté.

Ainsi, chaque jour, des faits nouveaux viennent confirmer cette conclusion qui est aujourd'hui classique : les accidents aigus consécutifs à l'ablation globale des thyroïdes et des parathyroïdes doivent être rapportés à la suppression fonctionnelle des seules parathyroïdes. Les thyroïdes jouent un rôle très différent des parathyroïdes : en tous cas, leur ablation n'a jamais déterminé que des accidents trophiques, surtout manifestes chez l'animal en voie de développement. — MM. Doyon et Kareff n'ont pas encore publié le résultat des recherches qu'ils poursuivent sur la thyroïdectomie pure pratiquée chez la tortue en voie de développement. Ces résultats seront certainement intéressants et nous les enregistrerons le moment venu.

§ 6. — Sciences médicales

Dangers de l'eau de source. — M. le Professeur Courmont, de Lyon, vient d'attirer l'attention sur ce sujet [1]. Pour lui, l'eau de source est dangereuse et ne donne qu'une fausse sécurité. Les expériences de Pasteur constituent une vérité d'exception. Peu de sources sont bonnes et ce sont uniquement des petites sources. Quand il s'agit d'alimenter une ville, on appelle source un véritable cours d'eau capté à son origine apparente. Or, une source assez considérable pour suffire à une ville, même peu importante, n'est en réalité qu'une réunion de ruisseaux, plus ou moins souterrains, communiquant, en tout cas, presque toujours largement avec la surface du sol avant d'être canalisés et protégés. Leur contamination est, en général, facile sur un assez long trajet, correspondant à une étendue considérable de terrain habituellement cultivé, donc souillé. Lorsque la canalisation est contaminée, le mal est sans remède immédiat; il faut attendre que l'épidémie s'éteigne d'elle-même. En d'autres termes, d'après l'auteur, on fait boire dans les villes, sous le nom d'eaux de source, les eaux de lavage d'une surface de terrain plus ou moins grande, et les dépenses occasionnées par l'achat, la captation, l'amenée et la surveillance de la source n'ont d'autre résultat que de faire absorber aux contribuables d'une commune des bacilles typhiques étrangers. Et cela est surtout vrai pour Paris. On croyait s'être débarrassé définitivement de la fièvre typhoïde en captant l'Avre, la Vanne, la Dhuys, le Loing et le Lunain. La diminution a été sensible, mais insuffisante. D'ailleurs, les analyses décèlent en permanence dans ces eaux le *Bacterium Coli*, preuve évidente de la contamination par les matières fécales, et, de temps en temps, des recrudescences inquiétantes viennent démontrer le pouvoir typhogène de ces sources. Pour obvier à ces inconvénients, on a institué une Commission de surveillance des sources. Les résultats qu'a donnés la surveillance sont incomplets, donc inefficaces. C'est pourquoi l'auteur propose, au lieu de préserver au départ des sources, de stériliser l'eau à l'arrivée. A Paris, notamment, il ne faut pas s'occuper de la captation de l'Avre, de la Dhuys et des autres sources; mais il faudrait stériliser ces eaux à l'arrivée dans les réservoirs, comme on stérilise, à Saint-Maur ou à Ivry, les eaux de la Seine ou de la Marne. Il semble que M. Courmont a raison puisqu'il propose de substituer, à un système aléatoire, une méthode plus scientifique et plus sûre.

Infantilisme et pancréas. — M. Byrom Bramwell vient de décrire [2] un cas d'infantilisme causé par l'insuffisance fonctionnelle du pancréas. Cette observation concerne un jeune homme de dix-huit ans, qui avait l'aspect d'un garçon de dix ans et qui souffrait, depuis plusieurs années, d'une diarrhée graisseuse, absolument incoërcible. Attribuant cette diarrhée de si longue durée à une insuffisance fonctionnelle du pancréas, l'auteur soumit son malade à l'usage méthodique de l'extrait pancréatique glycériné. Le succès de cette médication, qui a duré trois ans, a confirmé les espérances de M. Byrom Bramwell, car la diarrhée a presque complètement disparu, le poids du corps s'est accru de 10 kilogs, la taille a augmenté de 14 centimètres, la voix est devenue mâle, et les organes génitaux ont acquis un parfait caractère de virilité. Il semble donc que l'on soit bien ici en présence d'un cas d'infantilisme d'origine pancréatique, et il paraît résulter de cette observation qu'une insuffisance fonctionnelle de cette glande est susceptible d'amener des accidents semblables à ceux que l'on observe dans les cas d'insuffisance thyroïdienne; dans les deux cas, le traitement le plus rationnel semble être l'opothérapie.

---

[1] *Presse médicale*, 15 juin 1904.
[2] *Scottish med. Journal* et *Morgagni*, 25 juin 1904.

BARRÉ DE SAINT-VENANT
ET LES PRINCIPES DE LA MÉCANIQUE

A en juger seulement par le nombre et l'importance des publications relatives aux principes de la Mécanique rationnelle, faites depuis une dizaine d'années, par les discussions approfondies dont elles ont été l'occasion, par les recherches historiques qu'elles ont suscitées, par la diversité des points de vue qui y ont été proposés, par l'autorité, enfin, de leurs auteurs, on peut reconnaître que ces principes n'ont pas encore acquis toute la clarté et toute la solidité convenables, et que l'étude de la question a encore son prix et ses difficultés.

Il ne semble donc pas inopportun de rappeler la méthode suivie dans son enseignement, il y a maintenant plus d'un demi-siècle, par Barré de Saint-Venant : les idées de l'illustre géomètre attireront, sans doute, aujourd'hui, une attention que l'on peut s'étonner qu'elles n'aient pas obtenue à l'époque où elles ont été émises.

Dans la première partie de cet article, j'expose, en les résumant aussi fidèlement que possible, les points principaux de cette méthode. Les parties placées entre guillemets sont le texte même de Saint-Venant.

La seconde partie est consacrée à une très brève étude des principales sources historiques : il m'a paru qu'il y avait justice à rappeler, à cette occasion, le nom de d'Alembert, et celui, surtout, de Lazare Carnot. C'est, d'ailleurs, à peine l'ébauche d'une étude qu'il serait, au plus haut degré, intéressant d'approfondir, comme le serait celle, à laquelle elle se rattacherait naturellement, de l'évolution des notions de force et de masse dans le cours des trois derniers siècles. Je termine par la comparaison, qui s'imposait, des idées de Saint-Venant avec celles de M. Boltzmann et de M. Mach.

I

Les corps sont formés de points, *inétendus* comme le point géométrique, séparés par des intervalles très petits, et doués de certaines propriétés en raison desquelles on leur donne le nom de *points matériels*.

Les seuls mouvements que nous apercevions sont des mouvements relatifs. L'observation a montré que les lois suivant lesquelles se succèdent ces mouvements acquièrent leur plus grande simplicité quand le système de repères auquel ils se rapportent est pris sur la voûte céleste ; c'est de ces mouvements seuls qu'il s'agit ici.

La première propriété que nous leur reconnaissions est celle d'avoir lieu suivant la *loi de continuité* : un point matériel en mouvement a, à chaque instant, une accélération déterminée.

Si l'on considère un système de n points matériels en mouvement, on appelle *déplacement moyen* de ce système le produit par $\frac{1}{n}$ de la somme géométrique des déplacements simultanés des n points ; la *vitesse moyenne* et l'*accélération moyenne* sont, de même, les produits par $\frac{1}{n}$ des sommes géométriques des vitesses et des accélérations des n points à un même instant.

Imaginons maintenant que les mouvements des points du système soient tels que la condition suivante soit constamment remplie : l'accélération de l'un quelconque des points est la somme géométrique de n-1 *accélérations partielles* dirigées respectivement suivant les n-1 droites de jonction de ce point avec les n-1 autres points, l'accélération partielle d'un point A *vers* un autre B étant toujours de sens opposé et de même grandeur que l'accélération partielle du second point B vers le premier A. Nous disons d'un tel système qu'il est *à accélérations partielles réciproques*.

L'accélération moyenne d'un tel système est nulle, et sa vitesse moyenne est constante.

Concevons maintenant qu'un système à accélérations partielles réciproques (S_n) soit partagé en deux autres (S_p) et (S_q), comprenant respectivement p et q points. Nous dirons des accélérations partielles réciproques entre deux points appartenant à un même système, (S_p) par exemple, qu'elles sont *intérieures* à ce système ; de deux accélérations partielles réciproques entre un point de (S_p) et un point de (S_q), nous dirons, au contraire, qu'elles sont *extérieures* à l'un et à l'autre systèmes.

Si l'on désigne alors par R la grandeur de la somme géométrique des accélérations partielles de (S_p) qui sont extérieures à ce système, l'accélération moyenne de (S_p) aura pour grandeur $\frac{R}{p}$, celle de (S_q) aura pour grandeur $\frac{R}{q}$, et ces deux accélérations moyennes auront même direction et des sens opposés.

Considérons le point géométrique défini par cette condition que la somme géométrique des vecteurs allant de ce point aux n points matériels

d'un système quelconque soit nulle. Ce point, mobile en même temps que les points du système, aura, à chaque instant, pour déplacement, vitesse et accélération, le déplacement moyen, la vitesse moyenne et l'accélération moyenne du système. C'est le *centre de gravité* du système.

Si le système est à accélérations partielles réciproques, comme le système (S_n), le centre de gravité a un mouvement rectiligne et uniforme. Pour deux systèmes, tels que (S_p) et (S_q), dont l'ensemble forme un système (S_n) à accélérations partielles réciproques, les deux centres de gravité ont, à chaque instant, des accélérations de même direction, de sens opposés, et dont les grandeurs sont en raison inverse des nombres p et q des points qui forment ces deux systèmes.

Le centre de gravité d'un système de n points matériels ne change pas, quand on remplace p quelconques de ses points par un point matériel *fictif*, placé en leur centre de gravité, et regardé comme comptant seul pour p points matériels.

Tout ce qui précède se rapporte aux lois *géométriques* du mouvement associées à la notion du temps. Nous avons à étudier maintenant ses lois *physiques*, c'est-à-dire les circonstances matérielles dans lesquelles tel ou tel mouvement s'engendre ou se modifie : nous passons du domaine de la *Cinématique* à celui de la *Dynamique*.

L'observation seule peut fournir l'idée première de ces lois, qui en sont ainsi tirées par la méthode inductive.

Elle nous a déjà donné la *loi de continuité*.

Elle nous apprend aussi qu'un corps en repos n'acquiert une accélération et, par suite, une vitesse, que quand d'autres corps changent, soit d'état physique, soit de situation relative par rapport à lui; et que la *même* accélération naîtra encore quand, le corps ayant un mouvement rectiligne et uniforme, les *mêmes* changements d'état physique des autres corps, les mêmes changements de leurs situations relatives par rapport à lui se reproduiront.

Si deux corps se heurtent, leurs vitesses moyennes, estimées par les vitesses de leurs centres de gravité, sont simultanément modifiées : les *gains* géométriques de ces vitesses ont toujours la même direction et des sens toujours opposés; ils ont la même grandeur, si les deux corps sont de même matière et ont le même volume; ces grandeurs sont en raison inverse des volumes si, la matière des deux corps demeurant la même, les volumes sont inégaux; pour deux corps entièrement quelconques, elles sont toujours dans le même rapport, quelles que soient les vitesses respectives des deux corps avant le choc. Si l'on fait heurter successivement, deux à deux, des corps A, A', A''..., les gains géométriques des vitesses moyennes, dans chaque choc, sont entre eux comme des nombres fixes affectés à chacun des corps.

Et tous ces faits, qui s'observent dans le choc des corps, s'observent également toutes les fois que des corps, sont mis en relation, de manière que leurs vitesses se modifient mutuellement.

Toutes ces lois physiques particulières sont des conséquences, faciles à apercevoir, de cette loi physique générale :

« *Les corps se meuvent comme des systèmes de points ayant à chaque instant, dans l'espace, des accélérations dont les composantes géométriques, dirigées suivant leurs lignes de jonction deux à deux, et variables avec les grandeurs de ces lignes, mais non avec les vitesses des points, sont constamment égales et opposées pour les deux points dont chaque ligne mesure la distance.* »

La grandeur des accélérations partielles réciproques entre deux points ne change qu'avec la distance des deux points ou avec leur état physique.

Par exemple, pour ce qui concerne les gains des vitesses moyennes dans le choc des corps, cette loi, rapprochée de ce que nous avons dit relativement à l'accélération moyenne des systèmes de points à accélérations partielles réciproques, fait connaître que les nombres constants affectés à chacun des corps sont proportionnels aux inverses des nombres de leurs points matériels. Pour des corps de même matière, ces nombres sont eux-mêmes, pratiquement, proportionnels aux volumes des corps.

Cette unique loi est le fondement de toute la Mécanique.

Pour énoncer commodément ses conséquences, on fait généralement usage de certaines locutions, dont il faut maintenant faire connaître le sens.

« On donne le nom de *Masses* à des nombres proportionnels à ceux des points élémentaires qu'il faut supposer dans les corps, comparativement les uns aux autres, pour expliquer leurs divers mouvements par cette loi, conformément à son énoncé.

« On donne le nom de *Forces* attractives ou répulsives des corps, considérés deux à deux, à des lignes proportionnelles aux résultantes des accélérations réciproques de leurs points élémentaires les uns vers les autres d'après la même loi. Et l'on suppose généralement, pour simplifier, que le rapport constant et arbitraire des forces avec ces résultantes est le même que le rapport constant des masses avec les nombres de points ».

On a ainsi ces deux définitions :

« Masses. *La masse d'un corps est le rapport de deux nombres exprimant combien de fois ce corps*

et un autre corps, choisi arbitrairement et constamment le même, contiennent de parties qui, étant séparées et heurtées deux à deux l'une contre l'autre, se communiquent, par le choc, des vitesses opposées égales. »

« Forces. *La force ou l'action attractive ou répulsive d'un corps sur un autre est une ligne ayant pour grandeur le produit de la masse de celui-ci par l'accélération moyenne de ses points vers ceux du premier et pour direction celle de cette accélération.* »

« La dénomination de force ou d'action vient du sentiment de l'effort que nous exerçons lorsque nous voulons imprimer une accélération à un corps, et de ce que, dans le langage commun, l'on attribue métaphoriquement une activité analogue à celle de l'homme aux autres êtres, même inanimés, dans la direction desquels l'on voit des corps prendre un mouvement. »

L'emploi de ces mots de force et de masse ne peut donner lieu à aucune obscurité, si l'on prend soin d'en venir toujours aux définitions précédentes. Ainsi, par exemple, on peut dire que l'on *applique* « une force F à un corps A dans une certaine direction : cela signifiera que nous plaçons un ou plusieurs autres corps, animés ou inanimés, dans des situations ou dans un état physique tels que les accélérations des points de A vers leurs points aient une moyenne qui, multipliée par la masse de A, donne F. »

De ces définitions, il résulte qu'entre la force F qui sollicite un corps, sa masse m et son accélération moyenne j, on a la relation :

$$F = mj.$$

Cette équation s'applique à un seul point matériel : la masse d'un tel point est l'inverse du nombre des points matériels du corps dont la masse est choisie pour unité. « D'ailleurs, on considère aussi, en Mécanique, des points matériels qui ne sont que des corps extrêmement petits, pouvant avoir des masses inégales, et dont chacun peut être regardé comme comprenant plusieurs des points élémentaires dont il est question dans la loi générale. »

D'après cette loi, l'*action* d'un corps B sur un corps A et celle du corps A sur le corps B ont toujours la même direction, des sens opposés et la même grandeur; chacune d'elles est dite la réaction du premier corps sur le second. Cette égalité et cette opposition constante de l'action et de la réaction correspondent ainsi à la réciprocité des accélérations moyennes des corps A et B *l'un vers l'autre*, aux nombres de leurs points ou à leurs masses.

On voit aussi immédiatement que, « lorsque plusieurs forces agissent ensemble sur un même corps, l'accélération moyenne de ses points (ou l'accélération de son centre de gravité) est résultante géométrique de celles que produirait isolément chaque force, ou est la même que si elles étaient remplacées par une force unique qui fût leur résultante géométrique ». Ce théorème comprend ceux qui sont connus sous les noms de *composition des forces concourantes*, *mouvement du centre de gravité*, etc.

II

J'ai suivi, pour exposer les idées de Saint-Venant, l'ordre qu'il a lui-même adopté dans celui de ses ouvrages où il les a le plus longuement et le plus systématiquement développées : les *Principes de Mécanique fondés sur la Cinématique* (in-4°, lithographié de 178 pages, Paris, 1851). Mais il convient de citer encore, comme permettant de pénétrer davantage sa pensée, les écrits suivants :

Mémoire sur la question de savoir s'il existe des masses continues, et sur la nature probable des dernières particules des corps. Société philomatique de Paris, séance du 20 janvier 1844, p. 3-15 ;

Mémoire sur les sommes et les différences géométriques, et sur leur usage pour simplifier la Mécanique. Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, t. XXI, 1845 ; p. 620-625 ;

Notice sur Louis-Joseph, comte du Buat. Mémoires de la Société des Sciences de Lille, 1865, p. 675-677 ; et enfin de nombreux passages des Notes et Appendices aux leçons de Navier sur la résistance des solides (Paris, 1864).

Atomiste convaincu, de Saint-Venant adopte complètement les idées du P. Boscowich sur la constitution de la matière, sauf, toutefois, la loi compliquée que celui-ci suppose aux répulsions et attractions réciproques de deux points matériels voisins l'un de l'autre. Le Mémoire de 1844 est un plaidoyer vigoureux en faveur de ces idées

C'est dans le Mémoire lu, l'année suivante, devant l'Académie des Sciences, — et dont la valeur historique, au point de vue du calcul géométrique qui ne peut nous arrêter ici, mériterait d'être davantage reconnue, — que Saint-Venant émet l'idée de changer le mode d'exposition classique de la Mécanique, « en ne faisant entrer, dans le raisonnement et les calculs, que ce que d'Alembert, Carnot et d'autres géomètres voyaient uniquement dans cette science, savoir, des combinaisons d'espace et de temps, sans parler aucunement de forces, ces causes efficientes du mouvement, sur lesquelles on a tant disputé, et dont un certain nombre d'esprits positifs désapprouvent l'intervention dans une science toute de faits ».

D'Alembert et Carnot, tels sont, en effet, les pré-

curseurs directs, en cette matière, de Barré de Saint-Venant; et, s'il faut attendre jusqu'aux *Principes de Mécanique* de 1851 pour avoir une réalisation vraiment satisfaisante de la réforme désirée, il est juste de reconnaître qu'elle a été indiquée aussi clairement que possible, et tentée, cent ans auparavant, dans son *Traité de Dynamique*, par d'Alembert, soixante-dix ans plus tôt, dans son *Essai sur les machines en général*, puis dans ses *Principes fondamentaux de l'équilibre et du mouvement*, par Lazare Carnot.

« En général, dit d'Alembert, dans le discours préliminaire de son *Traité de Dynamique*, on a été plus occupé jusqu'à présent à augmenter l'édifice qu'à en éclairer l'entrée; et on a pensé principalement à l'élever, sans donner à ses fondements toute la solidité convenable. » Et cette obscurité, ce défaut de solidité ont leur origine dans la notion de force. « Tout ce que nous voyons bien distinctement dans le mouvement d'un corps, c'est qu'il parcourt un certain espace, et qu'il emploie un certain temps à le parcourir. C'est donc de cette seule idée qu'on doit tirer tous les principes de la Mécanique, quand on veut la démontrer d'une manière nette et précise; ainsi on ne sera point surpris qu'en conséquence de cette réflexion j'aie, pour ainsi dire, détourné la vue de dessus les *causes motrices*, pour n'envisager uniquement que le mouvement qu'elles produisent; que j'aie entièrement proscrit les forces inhérentes aux corps en mouvement, êtres obscurs et métaphysiques, qui ne sont capables que de répandre les ténèbres sur une science claire par elle-même. » Mais s'il proscrit l'idée de force en tant que cause motrice, d'Alembert ne rejette cependant pas le mot de force lui-même : « Je dois avertir que, pour éviter les circonlocutions, je me suis souvent servi du terme obscur de *force*, et de quelques autres qu'on emploie communément, quand on traite du mouvement des corps; mais je n'ai jamais prétendu attacher à ces termes d'autres idées que celles qui résultent des principes que j'ai établis soit dans ce discours, soit dans la première partie de ce Traité. »

Qui ne reconnaîtrait, dans ces lignes, le plan même, bien vague encore, sans doute, adopté et réalisé par Saint-Venant ? Il faut, en effet, avouer que le reste de l'ouvrage de d'Alembert ne laisse pas, après lecture, la conviction qu'il ait pleinement réussi, comme il se le proposait, à éclairer l'entrée de l'édifice et à donner à ses fondements toute la solidité convenable. L'œuvre de Carnot marque déjà, à ce point de vue, un incontestable progrès.

C'est avec une admirable netteté que Carnot oppose d'abord l'un à l'autre les deux points de vue où l'on peut se placer pour établir les fondements de la Mécanique. « Il y a deux manières d'envisager la Mécanique dans ses principes. La première est de la considérer *comme la théorie des forces*, c'est-à-dire des causes qui impriment les mouvements. La seconde est de la considérer *comme la théorie des mouvements* eux-mêmes. Dans le premier cas, donc, on établit le raisonnement sur les causes, quelles qu'elles soient, qui impriment ou tendent à imprimer du mouvement aux corps, auxquels on les suppose appliquées. Dans le second, on regarde le mouvement comme déjà imprimé, acquis et résidant dans les corps; et l'on cherche seulement quelles sont les lois suivant lesquelles ces mouvements acquis se propagent, se modifient ou se détruisent dans chaque circonstance. » Il faudrait citer toute la suite de ce beau passage où Carnot poursuit le parallèle entre les deux méthodes.

Pas plus que d'Alembert, Carnot n'exclut du langage le mot de force, mais, beaucoup plus précis, il définit nettement la force motrice comme le produit de la force accélératrice ou retardatrice par la masse. La masse est, d'ailleurs, l'espace *effectif* occupé par le corps, opposé à l'espace *apparent*, qui est le volume. Carnot est donc également atomiste, mais, opinion à laquelle s'oppose fortement de Saint-Venant, il conçoit les dernières particules de la matière comme de petits corps, que « l'on pense être durs » et qui ont un certain volume. Il reste assurément quelque obscurité en ce point; car, qu'est-ce que l'accélération d'un *corps*, même réduit à un seul point matériel, si l'on suppose une *étendue* à ce point matériel? Et puis, comment apprécier l'espace *effectif* occupé par un corps? Quoiqu'il en soit, la force ainsi définie n'a plus rien qui la rattache au principe de causalité : « La Mécanique ne remonte pas jusqu'aux causes premières qui produisent le mouvement; elle n'examine pas comment la volonté de l'homme ou de l'animal fait sortir ses membres du repos, ou les y ramène spontanément : elle ne voit que le fait qui en résulte, ne considère que le mouvement déjà produit, et son objet est uniquement de rechercher comment ce mouvement, une fois imprimé, se conserve, se propage ou se modifie, abstraction faite de toute nouvelle influence étrangère. »

L'œuvre de Saint-Venant a été de réaliser pleinement les idées de ses deux illustres devanciers, en faisant disparaître les dernières traces d'obscurité qui s'y trouvaient encore et en montrant, par le fait même, qu'elles étaient propres à donner aux fondements de la Mécanique la solidité désirable. C'est pour cet objet spécial qu'il a écrit ses *Principes de Mécanique*, dont j'ai essayé de résumer les points principaux dans la première partie de ce

travail, et où, malgré le caractère absolument élémentaire de l'exposition, sont introduites, en maint endroit, les idées les plus neuves et les plus hardies.

Vingt ans après le Mémoire sur les sommes et les différences géométriques, l'illustre géomètre, resté fidèle à sa manière de voir, reviendra, dans sa Notice sur Louis Joseph du Buat, sur ces mêmes idées, en des termes dont la vigueur ne laisse rien à souhaiter : « Dans le fait, quel que soit un problème de Mécanique terrestre ou céleste proposé, les forces n'entrent jamais ni dans ses données, qui sont toujours des choses sensibles, ni dans le résultat cherché de la solution. On les fait intervenir pour résoudre, et on les élimine ensuite afin de n'avoir finalement que des temps et des distances on des vitesses comme en commençant. On conçoit très bien qu'un jour, à la place de ces sortes d'intermédiaires d'une nature occulte et métaphysique, on puisse n'introduire et n'invoquer, pour la solution des divers problèmes de l'ordre physique, que les lois avérées des vitesses et de leurs changements suivant les circonstances, lois dont on ferait l'application, comme un juge, à l'*espèce*, c'est-à-dire aux données de chaque problème, et dont on calculerait pour chaque cas l'accomplissement. Ce ne sera pas bouleverser la science, ce sera ne faire presque qu'en modifier le langage.

« Ampère lui-même a montré, par sa lumineuse décomposition de la Mécanique comme de chacune des autres branches des connaissances humaines (Essai sur la Philosophie des Sciences), et plus, peut-être, par la création du mot cinématique[1], désignant la science du mouvement considéré indépendamment des forces auxquelles on l'attribue, que l'exposition de la Mécanique pouvait être sensiblement modifiée. La séparation effectuée sur son indication a même eu plus de portée qu'il n'avait prévu ; car ce ne sont pas seulement des espaces, des vitesses et des transformations géométriques de mouvement par des mécanismes que l'on considère aujourd'hui en Cinématique : on y range aussi l'étude de ce qu'on nommait les *forces accélératrices*, qui ne sont plus appelées aujourd'hui que des accélérations. On étend même la définition de celles-ci, dans un sens géométrique, à des changements opérés à la fois aux grandeurs et aux *directions* des vitesses, comme faisait d'Alembert quand il appelait gains et pertes de vitesse celles qu'il faut composer polygonalement avec des vitesses antérieures pour avoir les vitesses subséquentes.

« Il est donc possible que les forces, ces sortes d'êtres problématiques, ou plutôt d'adjectifs substantisés, qui ne sont ni matière, ni esprit, êtres aveugles et inconscients et qu'il faut douer cependant de la merveilleuse faculté d'apprécier les distances et d'y proportionner ponctuellement leur intensité, soient de plus en plus expulsées et écartées des sciences mathématiques. Elles feraient place aux *lois* non seulement géométriques, mais aussi physiques, qui règlent les circonstances, les durées et les grandeurs des changements de vitesse et de situation ; et cela, quel qu'en soit l'agent exécuteur, unique ou multiple, ayant ou n'ayant pas grandeur et direction variables comme les changements produits. Le temps n'est peut-être pas bien loin où, sans nier aucunement le principe de causalité, qui appartient à une sphère d'idées plus élevée, mais en laissant la cause ou les causes à leur vraie place, qui n'est point la Physique, on renoncera à la prétention d'en faire un sujet de calcul. Aujourd'hui, certaines locutions ou alliances de mots, telles que *forces d'inertie*, TRAVAIL DE L'INERTIE ! etc., servent utilement sans doute à établir l'homogénéité en remplaçant, dans le langage, les *faits* par des *causes*, ou le visible par l'occulte, de manière à n'avoir que des équations entre causes. Mais on trouvera, sans doute, le moyen de remplacer ces locutions par d'autres, n'offrant pas comme celles-ci quelque chose de contradictoire, et opérant, dans le même but, une substitution inverse ; ou, pour mieux dire, de n'exprimer plus, en Mécanique, que les faits réels de temps et d'espace, en énonçant et appliquant les lois de leur succession[1] ».

[1] Dans le discours préliminaire de son *Traité de Dynamique*, d'Alembert s'exprime ainsi : « Il est donc évident que, par l'application seule de la Géométrie et du Calcul, on peut, sans le secours d'aucun autre principe, trouver les propriétés générales du mouvement, varié suivant une loi quelconque. Mais comment arrive-t-il que le mouvement d'un corps suive telle ou telle loi particulière ? C'est sur quoi la Géométrie seule ne peut rien nous apprendre, et c'est aussi ce qu'on peut regarder comme le premier problème qui appartienne immédiatement à la Mécanique ». On ne peut méconnaître, par ce passage, que d'Alembert n'ait eu la notion de la Cinématique, et l'on admettra sans peine qu'elle ne devait pas être non plus étrangère aux Euler, aux Lagrange et à leurs successeurs. Ampère, dont la gloire n'a d'ailleurs pas besoin de cet appoint, n'en conserve pas moins l'honneur d'avoir mis, avec plus de force, en relief les caractères précis de cette branche de la Mécanique et d'en avoir été le parrain.

[1] De Saint-Venant, dans la même Notice, rappelle qu'Ampère lui aurait dit, en 1834, que les Mémoires de du Buat fournissaient la preuve « qu'il serait à jamais impossible de faire une Mécanique sans forces envisagées et calculées comme telles » ; et c'est de cette opinion que se prévaut l'abbé Moigno pour diriger l'une des critiques qu'il adresse à la méthode de Saint-Venant, dans la préface de sa *Statique*. On peut être surpris qu'invoquant cette opinion d'Ampère, il ait cru devoir justement supprimer, de la citation qu'il fait du passage que nous avons reproduit, toute la partie que de Saint-Venant consacre, avec une intention évidente, à la notion de la Cinématique et à la création du nom de cinématique due à Ampère lui-même. Au reste, la faiblesse même des arguments opposés par l'abbé Moigno

Les géomètres qui ont suivi les tentatives faites depuis quelques années pour fonder, sur des bases nouvelles, la Mécanique rationnelle, auront certainement remarqué, dans l'exposition que j'ai faite plus haut de la méthode de Saint-Venant, sa similitude avec celle de M. Boltzmann[1]. L'identité des deux méthodes, au fond, est complète : elles reviennent, l'une et l'autre, à prendre pour base l'hypothèse des forces, ou, pour mieux dire, des accélérations centrales. Mais, au point de vue de la forme, M. Boltzmann adopte le mode d'exposition indiqué d'abord par de Saint-Venant dans son Mémoire de 1845 *sur les sommes et les différences géométriques*, en attribuant des masses inégales aux points élémentaires; et il n'indique que par quelques lignes[2] la méthode préférée ensuite par de Saint-Venant, et développée par lui dans ses *Principes de Mécanique* de 1851, où les masses des points matériels sont supposées toutes égales. Peut-être est-il plus simple, en effet, puisque les points matériels, considérés isolément, échappent complètement à nos moyens d'observation, de les supposer tous de même masse, et de regarder l'hétérogénéité des corps comme résultant de l'inégalité du nombre de ces points élémentaires répandus dans des volumes égaux du corps, idée due, d'ailleurs, à Poncelet.

D'un autre côté, de Saint-Venant ne donne pas à son exposition un caractère aussi *a priori*, aussi déductif que M. Boltzmann. Il ne s'écarte pas du « point de vue de réalité physique, où l'on sent la nécessité d'asseoir la science pour la rendre plus pratique », et il n'énonce sa loi générale qu'après avoir montré, avec le plus grand soin, comment elle résulte, par induction, des faits expérimentaux les plus simples, et peut être regardée comme la synthèse de tous les phénomènes observés.

Enfin, l'une des conceptions les plus remarquables de l'ouvrage de Saint-Venant, et qui ne me paraît pas avoir donné ses dernières conséquences, ne semble appartenir à aucun auteur antérieur, et ne se retrouve pas non plus, que je sache, dans aucun des ouvrages de Mécanique publiés depuis 1851[3]. Je veux parler des notions de vitesse et d'accélération moyennes et du rôle attribué, dès la Cinématique même, au centre de gravité d'un système quelconque de points matériels en mouvement.

Défini par sa propriété géométrique la plus simple, le centre de gravité est un point géométrique dont la vitesse et l'accélération sont, à chaque instant, la vitesse moyenne et l'accélération moyenne du système de points matériels considéré. Il apparaît ainsi, immédiatement, dans son véritable rôle, qui n'est pas d'être le point d'application de la résultante d'un système de forces parallèles, son grand rôle historique, sans doute, mais d'être le point qui réalise, en quelque sorte, l'unité dynamique du système, le moi, dirai-je presque, du corps auquel il appartient : c'est sur lui que viennent retentir, comme en une sorte de centre nerveux, toutes les impressions *extérieures* ressenties par les diverses parties du corps, et qui se traduisent par la modification des accélérations partielles possédées par chacune de ces parties.

Dès lors, l'idée des observations à faire ou des expériences à instituer pour préparer par induction ou pour justifier *a posteriori* la loi physique fondamentale qui règle les mouvements des corps, prend une précision singulière : on sait exactement ce qu'il faut entendre par la vitesse, le gain de vitesse d'un *corps*, puisqu'il s'agit alors de la vitesse, du gain de vitesse du centre de gravité de ce corps, point facile à déterminer pour les corps formés de matière homogène et ayant une figure géométrique simple ; et l'on conçoit nettement comment l'on pourra mesurer effectivement les variations de vitesse de ce point, quelle que soit la complication des mouvements, autour de lui, des points matériels qui forment le système.

Cette conception de la cinématique des systèmes, du centre de gravité et de son rôle fondamental, a encore pour conséquence de donner de suite à la dynamique du point matériel son véritable sens : elle devient l'étude, qui s'offre d'elle-même, de la vitesse et de l'accélération moyennes des systèmes de points matériels, qui se confond avec celle du mouvement de leurs centres de gravité, dont on fait des points matériels fictifs en y supposant réunis tous les points matériels des systèmes.

Pourquoi les idées de Saint-Venant n'ont-elles pas été accueillies avec plus de faveur à l'époque où elles ont été émises? Les *Principes de Mécanique* ont paru au moment même où la réforme, due surtout à l'initiative de Poncelet, de l'enseignement de la Mécanique soulevait des controverses qui n'étaient pas toujours sans vivacité. Le livre de Saint-Venant est conçu entièrement selon les idées nouvelles, d'après lesquelles la Mécanique était divisée en Cinématique et Dynamique, et où la Statique ne conservait que la valeur d'un cas particulier important, celui où les mouvements dus aux forces se détruisent.

Pour ce qui concerne le Mémoire lu, en 1845, devant l'Académie des Sciences, on peut penser que les quelques lignes consacrées à la Mécanique ont

---

ne fait que rendre plus sensible la force de ceux de Saint-Venant.

[1] *Vorlesungen ueber die Principe der Mechanik*, Leipzig, 1897.

[2] *Loc. cit.*, p. 22 et 23.

[3] Je dois citer, cependant, le cours de *Mécanique générale* de M. Flamant (Paris, 1888), conçu entièrement d'après les vues de Saint-Venant, et que je n'ai connu qu'après avoir rédigé cet article.

pu passer inaperçues, d'autant que, par le titre même du Mémoire, de Saint-Venant semble n'avoir en vue qu'une *simplification* de la Mécanique.

D'un autre côté, les *Principes de Mécanique* sont rédigés avec une extrême simplicité de moyens analytiques, ce qu'il faut attribuer, sans doute, à ce qu'ils ne sont, au moins partiellement, que la reproduction des leçons faites par de Saint-Venant à l'Institut National Agronomique, devant un auditoire dont les connaissances mathématiques étaient des plus modestes ; et l'on conçoit aisément que les géomètres, malgré l'autorité du nom de l'auteur, ne se soient pas arrêtés à approfondir un livre qui semblait s'adresser tout à fait à des débutants. Il est, sans doute, assez piquant de voir cette méthode, que de Saint-Venant a su mettre à la portée d'auditeurs auxquels les formules élémentaires de la Trigonométrie rectiligne n'étaient même pas familières, devenue aujourd'hui, grâce aux livres de M. Boltzmann et de M. Mach [1], l'objet de l'attention des géomètres les plus éminents, et mise au rang des tentatives les plus sérieuses faites actuellement pour jeter quelque clarté sur les obscurs principes de la Mécanique.

Enfin, le livre de Saint-Venant, comme toute la réforme tentée à cette époque, a dû avoir contre lui les partisans de la méthode soi-disant historique, qui affirment que l'ordre dans lequel nos connaissances ont été successivement acquises est celui-là même dans lequel elles devront toujours demeurer classées dans notre entendement ; que, parce qu'Archimède est venu avant Galilée, la logique veut qu'éternellement la Statique soit enseignée avant la Dynamique. Aujourd'hui, l'on pourrait dire que la méthode de Saint-Venant a l'avantage de s'écarter moins des méthodes classiques que les tentatives faites parallèlement pour le même objet, telles que celles de Helmholtz et de Hertz ; et l'on pourrait ajouter qu'elle ne s'écarte guère plus de la vérité historique que ces mêmes méthodes classiques, puisque nous savons maintenant, à n'en pas douter, que ni Archimède, ni Galilée n'ont eu notre notion moderne de force ; que le second a énoncé le célèbre principe qu'on lui attribue en ne parlant que d'espaces et de vitesses, et nullement de forces ; que ce principe et celui de l'inertie ne sont point séparément l'œuvre de Galilée et de Képler, mais ont leur origine commune dans la nécessité de défendre la doctrine de Copernic et ont été communs à tous les Coperniciens [1], etc.

De Saint-Venant n'a pas méconnu l'échec de sa tentative. C'est ce dont témoignent les lignes suivantes, par lesquelles se termine une note de son étude sur Louis-Joseph du Buat, et qui montrent, en même temps, de quelles hautes préoccupations philosophiques l'illustre géomètre était accompagné dans ses réflexions sur ces matières, qui touchent aux principes mêmes de notre connaissance de la Nature. Après avoir parlé de son ouvrage de 1851 et de l'unique loi physique sur laquelle il fait tout reposer, il ajoute : « J'avais déjà exposé, en 1845, mais en énonçant deux lois au lieu d'une seule qui suffit, cette doctrine, qui, je le sens, pour être bien appréciée, aurait besoin de développements ne pouvant être donnés ici. Qu'il me suffise de dire que son adoption, qui se réduit à ne raisonner que sur des choses avérées et connues, n'exige nullement qu'on rejette, avec Malebranche, l'existence de *causes secondes* qu'il peut avoir plu au Créateur de déléguer d'une manière quelconque pour l'exécution de ses lois, tout en n'ayant pas besoin de leur aide. »

Henri Padé,
Professeur à l'Université de Bordeaux.

[1] *La Mécanique. Etude historique et critique de son développement*, avec une introduction de M. Emile Picard, Paris, 1904.

[1] P. Tannery : Galilée et les principes de la Dynamique, *Revue générale des Sciences*, 12e année, 1901, p. 330-338.

LA STRUCTURE GÉOLOGIQUE DE LA GUINÉE FRANÇAISE

Mon but, en écrivant cette étude sommaire, est de fixer l'état général des connaissances sur une partie de la géographie physique de notre colonie de Guinée. Tant de récits de voyage, livres, brochures ou simples articles de revue, tant de cartes aussi ont été publiés sur la région, depuis l'époque de la première exploration véritable, au xve siècle, jusqu'à cette année même, qu'il est devenu très malaisé de démêler les résultats véritablement acquis, et d'arriver à quelques vues d'ensemble nettes.

Nous allons essayer de résumer les résultats de ces travaux.

Le croquis, tout schématique, qu'on trouvera joint à ces pages, montrera comment la Guinée française tient aux contrées voisines du Soudan occidental, et par quels caractères elle s'en distingue. Quant au texte, il n'est que le fruit de

longues lectures, qui furent parfois des plus attachantes [1].

I. — Les terrains primitifs.

Contrairement à ce qui a lieu dans les pays voisins du golfe de Guinée, dans la côte d'Ivoire, par exemple, les roches primitives ne se montrent vraiment qu'en une seule région de la colonie, celle des bras supérieurs des Scarcies (Tamisso). Là, des micaschistes et des gneiss, vus par la Mission Plat, et plus récemment par M. le capitaine Salesses, continuent les formations que Gordon-Laing et Thomson avaient découvertes dans la partie occidentale de Sierra-Leone [1]. Le Fouta-Djalon tout entier et les pays des Rivières du Sud sont occupés par des terrains de recouvrement, éruptifs anciens, et sédimentaires.

II. — Les terrains de recouvrement.

§ 1. — Les roches granitoïdes.

La grande question est donc de déterminer com-

Fig. 1. — *Carte schématique de la répartition des terrains dans la Guinée française.*

[1] V. la note bibliographique.

[1] V. notamment : Salesses : ouv. cit., p. 28-29.

C'est un fait connu par de nombreux témoignages que les roches granitoïdes composent, à l'Est des Scarcies, presque toute la colonie de Sierra-Leone, s'étendant sous les alluvions jusque dans les vallées et les basses plaines littorales[1]. Dans le Tamisso, et plus à l'Est, tout le long de la frontière sud de la Guinée française, les mêmes roches, des granits ordinaires ou à hypersthène, des syénites, se dressent en collines, en énormes blocs, portés par les terrains primitifs[2]. Dans toute l'étendue du Fouta-Djalon, même en dehors des centres de dispersion des eaux, d'où descendent le Bafing et la Gambie, les granits existent aussi, tantôt en affleurements isolés au milieu des formations sédimentaires, tantôt par masses assez étendues : ce sont les « aiguilles » décrites par Olivier de Sanderval, les « dômes étagés » dont la disposition avait déjà frappé Hecquard, les barrages de dalles glissantes signalés dans le lit du Bafing et du Tinkisso par René Caillié, par Plat, et semblables à ceux qu'ont vus sur le haut Niger MM. Hourst et Salesses.

Mais, dans les autres parties de la Guinée française, les granits sont beaucoup plus rares, ou même absents.

A l'ouest des Scarcies, ils disparaissent presque sous les sédiments ; ils ne forment plus là, au milieu des plateaux gréseux ou des alluvions littorales des Rivières du Sud, que des accidents isolés, larges dos de pays, dômes, « soulèvements coniques »[3], que l'on a quelquefois pris pour des volcans. Le principal de ces soulèvements, le mont Kakoulima, gravi par M. Salesses, est constitué « de granites et de diorites qui émergent en trois séries d'escarpements du milieu des plateaux de grès[4] ».

Pour les régions à l'ouest et au nord du Fouta-Djalon, ce ne sont, de même, pas les roches granitoïdes qui dominent. Comme granits en place, les explorateurs donnent évidemment de gros blocs de transport, ou des terrains « d'aspect granitique », schistes micacés, grès quartzeux, parfois redressés en falaises, et colorés par l'action de l'atmosphère et des eaux. C'est, par exemple, l'impression que l'on garde de la lecture des pages de René Caillié, de Hecquard et du Dr Bayol concernant le Cogon supérieur et la haute Fatallah[5]. Quelques données sûres permettent toutefois de déterminer jusqu'où les pointements granitiques se rencontrent de ces côtés. Pour le bassin du Rio-Grande, les granits rouges vus par Olivier de Sanderval et par Hecquard, au Sud et près de Kadé, ont été identifiés sur échantillons ; ils se trouvent, d'autre part, accompagnés de roches métamorphiques, schistes micacés ou autres, qui indiquent qu'ils sont en place[1]. Pour la Gambie, le voisinage de Badon, pour la Falémé, les parages des Sansanding et de Farabara montrent les gisements extrêmes de ces roches, des granits roses et gris de fer, des amphiboles, des diorites, des syénites[2]. — Tels sont les points vers lesquels la bande archéo-granitique, représentée, comme l'on sait, sur tout le pourtour du golfe de Guinée, s'émiette et disparaît sur les sédiments, après s'être coudée pour former l'ossature du Fouta-Djalon.

§ 2. — Les terrains sédimentaires.

On ne saurait trop insister sur l'importance des terrains sédimentaires, qui, tout autour du Fouta (sauf au sud), et souvent dans ce pays même, masquent les roches anciennes sous leurs épaisses couches. Ce sont ces terrains, des grès et des schistes, qui donnent à la colonie ses aspects physiques les plus frappants, et qui règlent en grande partie ses conditions économiques.

Au sud du Tamisso tout d'abord, la région allongée que M. Salesses appelle « dépression des Scarcies » marque, de la manière la plus nette, la limite occidentale des formations granitiques de Sierra-Leone. Elle est occupée par des terrains primaires, qu'ont étudiés le missionnaire Thomson, le major Trotter, chef de la Commission anglaise de délimitation, et, plus récemment, M. Salesses : marnes noires, schistes lustrés ou ardoisiers, associés à des grès psammites et à des dolomites[3].

De la grande Scarcies jusqu'au delà du Rio-Nunez, les grès couvrent tout le pays entre le Fouta et la mer. Ce sont des grès à nappes intercalées de conglomérats quartzeux. Ils répondent surtout au type des grès du Sahara et des grès vosgiens, à bancs alternés de poudingues. Ils en reproduisent en tous cas les formes ruiniques bien connues ; et ces formes sont absolument inséparables de l'impression qu'ont ressentie du pays tous les explorateurs des Rivières-du-Sud. Depuis la Mellacorée jusqu'au Rio-Nunez, à travers les bassins du Koukouré et de la Fatallah, ces formations couvrent toute la contrée de leurs énormes dalles disloquées

[1] Cela ressort, entre autres, des relations de Gordon-Laing, Zweifel et Moustier, Garett, Alldridge, Vohsen. D'après M. Salesses, l'arête de la péninsule de Freetown est granitique.

[2] Maclaud, dans *Rev. Col.*, 1899, p. 440. — Trotter : ouv. cit., pass.

[3] Drevon : ouv. cit., I, p. 340.

[4] Salesses, dans *Ann. du Club Alp. Fr.*, 1897, p. 497.

[5] R. Caillié : ouv. cit., I, 262, 281. — Hecquard : ouv. cit., p. 245. — Bayol : ouv. cit., p. 70.

[1] Hecquard : ouv. cit., p. 222, 224, 237, et appendice, p. 401.

[2] Rançon : Dans la Haute-Gambie, p. 535. — Raffenel : ouv. cit., p. 6, 7, 28.

[3] Trotter : ouv. cit., p. 134. — Salesses : dans *Bull. Com. Afrique Fr.*, 1896, p. 379 ; et ouv. cit., p. 13. Ce dernier auteur admet la correspondance de la dépression des Scarcies avec un ancien glacier, dont les moraines seraient visibles jusqu'à Freetown.

et de leurs assises tabulaires, laissant rarement affleurer les schistes ardoisiers à oxyde de fer et à pyrites, et les schistes micacés qui les supportent[1]. Parfois ces grès se dressent en falaises sur les plaines d'alluvions littorales, comme à Boké. Ils sont toujours recouverts d'une croûte rougeâtre et caillouteuse, que les voyageurs, tous frappés de son aspect, appellent « pierre ferrugineuse » (Watt et Winterbottom), « roche siliceuse et ferrugineuse » (les rédacteurs des Instructions Nautiques), « terre rouge et quartzeuse » (R. Caillié), « quartz ferrugineux » (Olivier de Sanderval). Cette croûte simule souvent la lave volcanique, au point d'avoir fait supposer des éruptions récentes; étendue en vastes surfaces infertiles, elle donne lieu à la fois à l'une des formes de terrain et à l'un des aspects économiques les plus spéciaux du pays des Rivières-du-Sud et du Fouta-Djalon, le « baowal ».

Sur le pourtour occidental, septentrional et oriental du Fouta-Djalon, ce sont encore des grès que l'on rencontre surtout. Mais ils sont de nature plus variée que dans le Sud, et laissent souvent affleurer les schistes, qui se présentent même en couches redressées, contribuant beaucoup à la topographie. De plus, les granits qui trouent çà et là l'écorce ont amené ici d'importants phénomènes de métamorphisme. Comme premier et très net exemple de ces formations, il faut signaler celles du Tominé et du Rio-Gomba (Rio-Grande); ces cours d'eau ont leur vallée entaillée dans des schistes, au-dessus desquels se dressent des falaises verticales de grès grisâtres appartenant, d'après M. Maclaud, à l'étage triasique des grès bigarrés[2]. Dans la haute Gambie, et jusque dans la partie nord du Fouta-Djalon (massif de Tamgué), les schistes, visibles sur les berges des cours d'eau, sur les rampes inférieures des montagnes, portent aussi des grès quartzeux, psammites, à conglomérats, et des grès triasiques[3]. On est enfin assez parfaitement fixé par plusieurs itinéraires, pour pouvoir indiquer que les mêmes conditions se trouvent réalisées à travers le bassin de la Falémé et celui du moyen Bafing, jusqu'au Tinkisso[4].

[1] Hecquard : ouv. cit., p. 245, 250. — Plat : ouv. cit., p. 286. — Drevon : ouv. cit., p. 334, 340, 245. — Paroisse : dans *Bull. Soc. Géogr. de Paris*, 1893, p. 518, 520, 523. — Olivier de Sanderval : La conquête du Fouta-Djalon, pp. 9, 11. — Salesses : ouv. cit., p. 28. — Maclaud : dans *Rev. Col.*, 1899, p. 439.

[2] Maclaud : dans *Rev. Col.*, 1899, p. 450, 451. — Lambert : ouv. cit., p. 17. — Olivier de Sanderval : De l'Atlantique au Niger, p. 116, 129, 130.

[3] Rançon : Dans la Haute-Gambie, p. 313, 420, 437, 439, 480, 481. — Mollien : ouv. cit., II, p. 12, 14, 16. — Levasseur : ouv. cit., p. 123.

[4] Lamartiny : ouv. cit., p. 39, 40, 67. — Pascal : dans *Tour du Monde*, 1861, I, p. 40, 46. — Fras : ouv. cit., p. 167. — Plat : ouv. cit., p. 202, 211.

§ 3. — **Latérite et conglomérats de surface.**

Parmi les roches sédimentaires dont il vient d'être parlé, les schistes fournissent par décomposition superficielle surtout des argiles, qui tapissent avec les alluvions le fond des vallées, surtout au Nord, et qui contribuent à y maintenir en toute saison humidité et fertilité. Mais une question se pose en ce qui concerne les terrains « d'enveloppe » des grès et des granits.

A ce sujet, les deux formations de surface le plus souvent mentionnées dans les relations de voyages sont la « latérite » et la « pierre ou roche ferrugineuse ». Ces dénominations, employées souvent au hasard par les auteurs, s'appliquent évidemment à des sols différents, quoique de même ordre. La « latérite » est d'ordinaire décrite comme une croûte argileuse dure, brune, riche en fer, contenant des débris de roches (quartz principalement), et parfois des poches d'arène, ou d'une substance lehmique blanchâtre, analogue au kaolin. La « pierre ferrugineuse », de couleur rougeâtre ou noire, apparaît, tantôt comme une couche compacte de cailloux quartzeux roulés, agglutinés dans un ciment silico-argileux (un conglomérat non dissocié), tantôt comme une jonchée de débris anguleux ou arrondis, reposant sur du sable ou sur le roc. L'une et l'autre formation sont très répandues, à toute altitude et à toute exposition, jusque sur le littoral et jusque dans les îles des Rivières-du-Sud; elles jouent donc un rôle essentiel, moins dans le dessin des formes topographiques qu'au point de vue de l'utilisation des divers pays, c'est-à-dire au véritable point de vue géographique.

Des descriptions précédentes, je concluerais que la « latérite » des explorateurs de la Guinée française correspond surtout aux roches primitives et granitoïdes, la « pierre ferrugineuse » aux grès. La correspondance paraît établie entre la « latérite » et les granits pour la partie de la colonie limitrophe de Sierra Leone au Nord[1], de même entre la « pierre ferrugineuse » et les grès, pour la région des Rivières-du-Sud[2]. Les récits de voyage laissent à la vérité subsister des doutes pour le Fouta central, et pour la contrée située au nord du Fouta[3]; mais ces incertitudes n'existent probablement ni dans l'esprit des auteurs, ni dans la réalité. Elles proviennent des difficultés que comporte la description de pays où les roches sont, comme on l'a vu, très mêlées.

[1] V. notamment : Trotter : ouv. cit., p. 134. — Salesses : ouv. cit., *Rev. Col.*, 1899, p. 204.

[2] « Le sol est couvert d'un conglomérat de silice, d'alumine et de sesquioxyde de fer, qui effrité, noirci et durci à l'air, produit les « baowals ». Drevon : ouv. cit., I, p. 350.

[3] V. par exemple : Rançon : Dans la Haute-Gambie, p. 313, 420, 437, 439, 480. 481.

Ma façon de voir se trouve, d'ailleurs, d'accord avec les faits récemment établis par les explorateurs de la Côte d'Ivoire, du Dahomey, du Congo français, et, dans cette *Revue* même, par M. le Dr Cureau pour la région de l'Oubanghi [1]. Si l'on songe que la latérite, de nature variable d'ailleurs, peut n'être point infertile, quand elle se trouve arrosée, tandis que la pierre ferrugineuse, le « baowal », ne porte presque pas d'arbres, et ne fournit qu'une herbe maigre, quelques arbustes et des lianes rampantes, on comprendra quel intérêt offrirait une carte détaillée et sûre de ces formations de surface.

L'une et l'autre sont riches en fer. Les hématites, les magnétites, les oxydes variés qu'elles renferment ont été identifiés; mais, s'ils ont pu alimenter longtemps une industrie indigène assez vivante, il ne semble pas jusqu'ici qu'on puisse en attendre des ressources suffisantes pour la grande exploitation.

III. — La question des roches volcaniques récentes.

Quelques voyageurs donnent comme certaine l'existence de roches volcaniques récentes dans la Guinée française. Mais leurs assertions ne doivent être admises qu'avec une extrême réserve, car, sous ce climat, les agents extérieurs peuvent tellement modifier l'aspect des roches qu'elles deviennent méconnaissables [2].

Depuis longtemps, des basaltes, des trachytes et des laves ont été signalés par de Beaufort et par Raffenel dans la région aurifère de la Falémé et dans le Bambouk méridional, par Hecquard, près du Tominé, par le même encore et par René Caillié en plein Fouta-Djalon, dans le haut Koukouré, et jusque vers Fougoumba [3]. Ces auteurs établissent même une correspondance entre ces roches et les formations du Cap-Vert, de Gorée, de la Casamance (Sedhiou). On serait autorisé à penser qu'ils ont bien vu, par analogie avec ce que l'on observe dans le Massif Central français, dans les Vosges méridionales, en Afrique même, dans le Sahara et sur le pourtour du golfe de Guinée (Cameroun). Mais les itinéraires récents ne sont pas venus confirmer leurs assertions.

Il faut, d'autre part, écarter toutes les données sur le volcanisme dans la région littorale. Les prétendues « laves scorifiées » et « vitrées », indiquées par d'assez nombreuses publications comme existant sur la côte et jusque dans les îles de Los, sont des latérites ou de la pierre ferrugineuse due à la décomposition du grès. Légendes encore les falaises basaltiques du Rio-Pongo et de la Mellacorée, ainsi que les fumées d'éruption vues par certains au sommet du Kakoulima [1]. M. Salesses a pu, ascension faite, établir la nature de cette montagne [2] : « C'est, dit-il, un entassement cratériforme de granits et de grès. »

IV. — Les grandes zones d'alluvions.

Deux zones d'alluvions, composées de pays presque absolument plats, délimitent, au Nord et au Sud, la région littorale des Rivières-du-Sud. Celle du Nord commence au Rio-Nunez, qui lui appartient par son estuaire, englobe le bassin inférieur du Rio-Componi (Cogon) et la plus grande partie de la Guinée portugaise : les sables, les graviers, les limons charriés par les eaux anciennes, y recouvrent toutes les roches, sauf quelques pointements isolés; ils y ont accru le continent, allongé les cours d'eau, et transformé les anciens récifs des Bissagos en grandes îles basses et en bancs sous-marins. Vers le Sud, quand on a longé la côte des Rivières, montueuse, découpée, frangée d'îlots, d'autres plaines s'ouvrent, à partir de la péninsule de Freetown, beaucoup moins continues et moins étendues vers l'intérieur, mais occupant tout le bas des vallées, et accompagnées d'îles et de presqu'îles de sable. Seuls, des sondages pareils à ceux qui ont été faits au Sénégal ou dans les terrains aurifères de la Falémé permettraient de déterminer l'épaisseur et la nature de ces dépôts [3].

V. — Vue d'ensemble et comparaisons.

En résumé, ce qui frappe le plus dans la structure géologique de la Guinée française, c'est que les divers terrains ne se succèdent pas en bandes plus ou moins régulières en partant de la côte, comme pour les pays situés plus à l'Est. Il paraît y exister, au contraire, trois grandes régions géologiques, qui se rejoignent dans le Fouta-Djalon. La dépression des Scarcies, frontière naturelle autant que politique, marque la limite orientale de la région des Rivières-du-Sud, dans laquelle les tables de grès, étagées en gradins inégaux, ne laissent plus apparaître les granits qu'en pointements ou en

---

[1] V. aussi les résultats auxquels sont arrivés M. Dyé, pour les pays du Bahr-El-Ghazal, et E.-F. Gautier, pour Madagascar : *Ann. de Géogr.*, 1902, p. 323 et 461.

[2] Les grès et les schistes, redressés et ravinés, peuvent ressembler à des basaltes, les couches effritées de conglomérats à des débris de laves ou de scories volcaniques; Galliéni : Voyage au Soudan Français, p. 184 ; Fras : ouv. cit., p. 171.

[3] De Beaufort, dans Walckenaer : Hist. des Voyages, t. VI, p. 368, 369. — Raffenel : dans *Rev. Col.* 1847, p. 1, 7, 8; Hecquard : ouv. cit., p. 93, 235, 237, 279; R. Caillié : ouv. cit., t. I, p. 275.

[1] Ruxton : dans *Proceedings*, 1865, 1866, p. 67.

[2] Salesses : dans *Ann du Club Alp. Fr.*, 1897, p. 497, 498.

[3] Il faut rattacher à ces phénomènes d'alluvionnement le dépôt des sables aurifères de la Falémé.

masses isolées, surtout près de la côte. Les bassins supérieurs du Rio-Cogon, du Rio-Grande, de la Gambie, de la Falémé et probablement aussi du Bafing sont occupés par des terrains plus mélangés; les assises gréseuses du Dévonien, du Permien, du Trias, découpées en falaises, creusées de vallées-canons, y sont interrompues par des affleurements de schistes, de granits, et vraisemblablement de roches primitives, qui donnent lieu à des formes plus variées. Enfin, dans la partie centrale et méridionale du Fouta-Djalon, les granits dominent, rattachés à ceux de Sierra Leone, sans solution de continuité[1]; bouleversés et redressés par de nombreuses cassures, ils se relèvent en un double centre hydrographique, qui est le prolongement des hautes collines du Tembi-Ko; ils sont, d'ailleurs, accompagnés, dans le point le plus septentrional de dispersion des eaux (massif de Tamgué), par des grès et des schistes qui compliquent extrêmement leurs formes.

Sauf, peut-être, quelques lambeaux de dolomies[2], toute cette contrée ancienne ne comporte, comme dépôts de calcaire, que les formations actuelles accumulées dans les vallées inférieures des cours d'eau par les mollusques, qui vivent en colonies au milieu des racines des palétuviers.

Cette idée générale de la géologie de la Guinée française est assez différente de celle qui ressort de la carte dressée par Oscar Lenz en 1882. L'auteur y indique la succession uniforme, depuis la côte, au nord comme au sud des Scarcies, de bandes de terrain formées par des alluvions, de la latérite et des gneiss, puis par des schistes et des quartzites[3]. Mais Lenz a contre lui de nombreuses autorités, savants et explorateurs, dont les conceptions sont d'accord dans leur ensemble avec la précédente[4]. Je me contenterai ici des deux citations suivantes.

Voici d'abord la vue systématique de la question donnée par M. Le Chatelier, dans un récent livre, auquel tout le monde reconnaît la valeur d'un document de premier ordre. D'après lui, la charpente du pays est granitique : « A l'Ouest, les assises inférieures sont recouvertes de dépôts à travers lesquels percent des granits, des grès jaspés, des porphyres amphiboliques ; ces dépôts sont des grès micacés, des grès plus récents, des arkoses, des schistes argileux et micacés, et, superficiellement, une calotte de grès ferrugineux... étendue çà et là jusqu'au bord de l'Océan. A l'Est, sont des plateaux tabulaires de grès silicieux et de schistes, avec, sur de plus grandes épaisseurs, le même dépôt superficiel d'hydrate de fer siliceux et d'alumine[1]. »

D'autre part, M. Salesses a établi que l'arête séparative des bassins côtiers et du Niger est formée par des granits recouverts de latérite : « Au Sud-Ouest s'appuient sur les granits les schistes lustrés et les grès psammites des Scarcies, *puis* des grès blancs ou rouges, probablement triasiques, donnant lieu à des formes analogues aux ambas d'Abyssinie ou à nos falaises dolomitiques[2] ».

Les relations générales de la Guinée française avec les régions voisines du Soudan peuvent maintenant être indiquées en quelques mots.

A l'Est, la transition se fait insensiblement avec les territoires du haut Niger, où dominent, à l'exclusion des granits, des argiles dans les bas-fonds, et d'immenses strates de grès à croûte ferrugineuse, qui composent toutes les formes topographiques[3]. M. Liotard, membre des Missions Galliéni, a défini ainsi qu'il suit le contenu géologique de ces pays : « Un support de schistes cristallins, parfois ardoisés, et de micaschistes à apparence de granit ; au-dessus, des grès et des roches éruptives (?), portant une croûte ferrugineuse, dont la couleur de lave est due à l'oxyde de fer[4] ».

Au contraire, le sol de Liberia contraste, comme celui de Sierra Leone, avec les Rivières-du-Sud. La région littorale, qui appartient tout entière à la ceinture granito-cristalline du golfe de Guinée, y a fourni uniquement des échantillons de gneiss, de schistes cristallins, d'amphiboles et de quartzites[5].

Enfin, si l'on poursuit l'examen du Soudan jusque dans les pays de la boucle du Niger, la même succession de roches s'observe, de la mer vers l'intérieur, que dans le Libéria. M. Binger a signalé, dans la haute Comoé, « les grès stratifiés et les schistes marneux » qui surmontent le sous-sol granitique; tandis que les diverses missions de la Côte d'Ivoire, qui se sont adressées récemment à la Sassandra, à la Bandama, aux pays littoraux entre Sassandra et Comoé, n'ont rapporté que

[1] La ligne de faîte qui a servi a établir la frontière est des plus incertaines.

[2] Salesses : cité par C. Guy, dans *Bull. du Com. Afrique Fr.*, 1899, supp., p. 3.

[3] Lenz : dans *Peterm. Mitth.*, 1882, carte I. V. aussi, du même, une étude sur la géologie de l'Afrique occidentale, dans *Verhandl. der k.k. geol. Reichsanst.*, 1887.

[4] Gurich : Beiträge zur Geologie von Westafrika, dans *Zeitschr. der deutschen geol. Gesellsch.*, 1887, p. 96. — Doelter : ouv. cit., p. 218, 219. — Suess : Antlitz..., trad. franç., t. II., p. 216. — Plat : ouv. cit., p. 301, 302. — Maclaud : dans *Bull. Soc. Géogr. Bordeaux*, 1899, p. 505-514. — C. Guy : *Bull. Com. Afrique Fr.*, 1899, Supp. — P. Rambaud : Géologie... de la Sénégambie, dans une Mission au Sénégal, in-8°, Paris, 1900, p. 325 et suiv.

[1] Le Chatelier : L'Islam dans l'Afrique Occidentale, p. 22, 25, 26.

[2] Salesses : dans *Bull. Soc. Géogr. de Paris*, 1899.

[3] Gallieni : Voyage au Soudan Français, p. 184.

[4] *Liotard*, dans Gallieni : Deux campagnes au Soudan Français, pp. 315, 316. V. pour la contrée limitrophe de Sierra-Leone au nord : Delaforge : *Bull. Soc. Géogr. de Paris*, 1895, p. 238; et quelques données éparses dans les récits des expéditions Millot, Maritz, de Lartigue (*Bull. du Com. Afrique Fr.*).

[5] Buttikofer : Reisebilder aus Liberia, p. 46, 49.

des échantillons de roches primitives et granitoïdes[1].

VI. — Conclusion[2].

J'ai dû m'abstenir, dans les pages qui précèdent, de toucher à la question de l'orogénie de la Guinée française. On ne pourra la traiter qu'après l'étude sur place des lignes de cassures et des formes de détail du terrain. Mais le lecteur a pu se convaincre que bien d'autres *desiderata* importants subsistent dans notre connaissance géologique de cette colonie. Il faudrait tout au moins résoudre par l'observation les points suivants : la délimitation septentrionale des lambeaux granitiques et primitifs; l'identification locale des grès, qui appartiennent évidemment, selon les lieux, aux formations primaires ou triasiques; l'existence, tout à fait problématique, de roches volcaniques récentes; la présence, affirmée par M. Salesses, de traces des anciens glaciers; la répartition et la nature des gîtes (s'il en existe), ou des formations superficielles de minerais de fer et d'or.

Toutefois, le Fouta-Djalon et les contrées qui en dépendent naturellement, Rivières-du-Sud, parties occidentale et septentrionale de Sierra-Leone, bassins du Tinkisso, du moyen Bafing, apparaissent, dans l'état actuel des connaissances, comme formant un ensemble dont les conditions ne sont pas celles de la Sénégambie, ni du reste du Soudan.

J. Machat.
Agrégé d'Histoire et de Géographie,
Professeur au Lycée de Bourges.

[1] Pobeguin : dans *Rev Col.*, 1895, p. 284, et dans *Bull. Soc. Géogr. de Paris*, 1898, p. 346. — Eyseric : Rapport sur une Mission à la Côte d'Ivoire, p. 50, 51. — Thomasset : (de la Mission Houdaille), dans *Ann. de Géogr.*, 1900, p. 166.

[2] Je n'indique, dans cette note, que les ouvrages mentionnés au texte (ordre chronologique des voyages). Elle ne constitue donc pas une bibliographie de la Guinée française.

1794. Winterbottom (Th.) : An account of the native Africans in the neigbourhood of Sierra-Leone, 2 vol. in-8°, Londres, 1803.

1818. Mollien (G.) : Voyage dans l'intérieur de l'Afrique, aux sources du Sénégal et de la Gambie, 2 vol. in-8°, Paris, 1820.

1817-1819. Roussin : Mémoire sur la navigation aux côtes occidentales d'Afrique, au sud du cap Bojador, 2 vol. in-8°, Paris (dépôt de la marine), 1819, 1821.

1822. Gordon-Laing : Travels in the Timannu, Kouranko and Soolima countries, in-8°, Londres, 1825.

1824-1828. Caillié (R.) : Journal d'un voyage à Tombouctou et à Djenné, 3 vol. in-8°, Paris, 1830.

1842. Cooper-Thomson : Journey from Sierra Leone to Timbo, Futa-Jallo, dans *Journ. of the R. Géogr. Soc.*, 1846, pp. 106..., 138...

1843-1844. Raffenel : Voyage dans l'Afrique occidentale..., in-8°, Paris, 1846.

Bouet-Villaumez : Description nautique des côtes de l'Afrique occidentale, *id.*

1850-1851. Hecquard : Voyage sur la côte et dans l'intérieur de l'Afrique occidentale, in-4°, Paris, 1853.

1860. Lambert : Voyage dans la Fouta-Djalon, dans *Rev. Mar. et Col.*, 1861, pp. 2...

1872. Blyden : Report on the expedition to Falaba, dans *Proceed. of the R. Géogr. Soc.*, 1873, pp. 117...

1879. Zweifel et Moustier : Voyage aux sources du Niger, in-8°, Marseille, 1880.

1879-1880. De Sanderval (A. Olivier) : De l'Atlantique au Niger par le Fouta-Djalon, in-8°, Paris, 1883.

1881. Bayol : Voyage en Sénégambie..., in-8°, Paris, 1888.

1881. Noirot : A travers le Fouta-Djalon et le Bambouk, in-8°, Paris, 1885.

1882. Vohsen, Hart et Keller : Voyage au pays Timene dans *Bull. Soc. Géogr. Marseille*, 1884, pp. 1...

Lamartiny : Le Bondou et le Bambouk, in-8°, Paris, 1884.

Doelter : Ueber die Capwerden nach den Rio-Grande und Futah-Djallon, in-8°, Leipzig, 1884.

1887-1888. Plat : Campagne de 1887-1888 dans le Soudan; Mission du Fouta-Djalon, dans *Bull. Soc. Géogr. Com. Bordeaux*, 1890.

1887-1888. Fras : Les résultats scientifiques de la Mission du Fouta-Djalon, *ibid.*, 1891.

1888. Olivier de Sanderval : Le Soudan français, Kahel..., in-8°, Paris, 1893.

Paroisse : De Konakry au Fouta-Djalon, dans : *Bull. Soc. Géogr. Comm. Paris*, 1893, pp. 517..., *C. R. Soc. Géogr. Paris*, 1893, nos 12, 13; *Bull. Soc. Géogr. Bord.*, 2e sér., t. XIII, pp. 23...; *la Géographie*, t. X (1896) pp. 28, 459; *Tour du M.*, 1896, pp. 361...

1891. Alldridge : Wanderings in the hinterland of Sierra Leone, dans *Géogr. Journ.*, 1894 (II), p. 123.

1891-1892. Rançon : Dans la haute Gambie, in-8°, Paris, 1895.

Id. : Le Bondou, in-8°, Bordeaux, 1894.

Drevon : Le pays Soussou, dans *Arch. de Méd. Nav. et Col.*, 1894, mai-août.

Delaforge : Le Soudan du Sud-Ouest, avoisinant Sierra-Leone, dans *Bull. Soc. Géogr. Comm. Paris*, 1895, pp. 236.

1896. Trotter : The Niger sources and the borders of Sierra Leone, in-16, Londres, 1898.

Depuis 1896. Salesses : De la Guinée française vers le Niger. Étude d'une nouvelle voie de communication, in-8°, Paris, 1897. Et les articles cités au texte.

Depuis 1898. Maclaud : Articles dans : *Bull. Soc. Géogr. Comm. Paris*, 1899, p. 501; *Rev. Col.*, 1899 (t. V); *Bull. du Com. Afrique Fr.*, 1899; *Quest. Diplom. et Col.*, t. III (1898), pp. 465...

De Sanderval : De l'Atlantique au Fouta-Djalon; les rives du Konkouré, in-8°, Paris, 1900.

MM. les Capitaines Millot et Payn, chargés, avant la mission dernièrement confiée à M. le Dr Maclaud, des travaux de délimitation de la Guinée française avec Sierra-Leone et avec la Guinée Portugaise, n'ont pas, à ma connaissance, publié les résultats scientifiques de leurs voyages. Le Ministère des Colonies garde à ce sujet une entière discrétion.

IDÉES NOUVELLES EN ERGOGRAPHIE

PREMIÈRE PARTIE : LA FATIGUE MUSCULAIRE

Lorsqu'on parle de *fatigue*, il se présente immédiatement à notre pensée un ensemble de phénomènes très compliqué, dont les caractères essentiels sont connus de tout le monde, quelles que soient les connaissances scientifiques acquises à ce sujet; mais les symptômes particuliers varient grandement et donnent une physionomie caractéristique tout à fait spéciale à chacun des cas de fatigue qu'on peut considérer. Il y a, en effet, différentes formes de fatigue :

1° La fatigue généralement connue sous ce nom, c'est-à-dire l'état de fatigue dû à un surmenage des muscles, à leur fonctionnement prolongé et porté au delà des limites de temps et d'intensité d'effort que comporte leur développement;

2° La fatigue des organes des sens, qui s'affaiblissent lorsqu'ils viennent de subir des excitations trop intenses et prolongées ;

3° La fatigue intellectuelle, conséquence d'une application trop prolongée de notre cerveau à un sujet difficile et uniforme;

4° Je dirai même qu'il y a encore une fatigue d'un ordre psychique plus élevé, dont la conséquence est d'affaiblir la réaction à une catégorie particulière d'impressions affectives, à la douleur morale, lorsqu'elle fait retentir trop longtemps sur nous une série de ses coups violents et inexorables.

Ces différentes formes de fatigue intéressent directement les charges des diverses fonctions; elles semblent, au premier abord, absolument séparées; mais, pourtant, il est bien difficile de pouvoir les observer tout à fait isolées sous leur aspect typique. Dans la fatigue musculaire intense, nous voyons bien souvent exister, en même temps que les phénomènes exclusivement musculaires, d'autres phénomènes qui trahissent tantôt une exaltation, tantôt une dépression des facultés sensitives, intellectuelles et émotives; et, d'autre part, il arrive quelquefois qu'une fatigue prolongée de l'intellect ou une émotion intense et durable produisent une participation plus ou moins visible du système neuro-musculaire, comme s'il venait de supporter une fatigue exceptionnelle.

Dans tous les cas, nous jugeons instinctivement que notre sensation de fatigue résulte de la manière insuffisante par laquelle nos forces sont réparées, et nous nous sentons entraînés à accorder à nos organes la trève nécessaire pour obtenir un rétablissement suffisant.

Il est possible et, même, bien probable que la répercussion de la fatigue spéciale d'un organe ou tissu sur l'ensemble de notre organisme soit due au fait que, pendant le travail plus ou moins localisé, non seulement l'organe qui est le siège du travail exécuté subit une dépression, mais, en même temps, qu'il se forme des substances produisant, par leur présence dans la circulation, une dépression générale de toutes nos fonctions.

Dans le cas spécial du travail musculaire surtout, il est certain que la production des substances dites *ponogènes* est notablement augmentée du fait de l'exagération de l'échange nutritif normal du tissu; l'action physiologique de quelques-unes de ces substances étant clairement établie, on peut bien conclure que leurs effets spécifiques s'ajoutent aux effets directs de l'épuisement de l'énergie dans le tissu qui travaille, pouvant ainsi produire des phénomènes de dépression générale en dehors des phénomènes locaux, tels que la douleur et la rigidité musculaire.

Comme soutien de cette hypothèse, je ne connais jusqu'à présent qu'une expérience directement démonstrative, bien que sommaire et extrêmement compliquée dans son interprétation.

A. Mosso observa, en 1887, que, lorsqu'on injecte le sang d'un animal fatigué à un autre animal, il se produit chez ce dernier des phénomènes caractéristiques de la fatigue. On ne peut donc méconnaître l'importance de l'auto-intoxication de l'organisme, comme un des facteurs possibles de la phénoménologie générale de la fatigue. Mais il faut se garder de lui attribuer une valeur trop grande et trop générale, surtout lorsque nous considérons le travail d'organes à échange nutritif limité et lent, tel que le tissu nerveux paraît l'être, ou le travail de régions limitées de notre système neuro-musculaire.

Nos connaissances sur la fatigue des fonctions psychiques sont encore trop incertaines et limitées pour qu'on puisse, même par approximation, entrevoir une liaison entre l'état de nutrition des organes qui les règlent et la production de la fatigue dans ces organes et, encore moins, la répercussion de celle-ci sur tout l'organisme ; d'autre part, ce sujet dépasserait les bornes de la tâche que je me suis proposée.

Mais la condition des choses n'est pas beaucoup plus claire, même si nous considérons les lois de la fatigue musculaire, c'est-à-dire de la fatigue de

l'organe dont la fonction est précisément l'explication du travail mécanique et dont nous pouvons évaluer avec une plus grande approximation la production de travail.

Le fait le plus remarquable, confirmé aussi bien par l'expérience quotidienne que par les recherches les plus récentes, exécutées sur la courbe de fatigue des muscles agissant par excitation de la volonté, est que *l'homme est doué, dans ses appareils neuro-musculaires avec les systèmes de leviers qui y sont annexés, d'un mécanisme qui résiste très longtemps soit à l'épuisement direct, soit à l'action des substances ponogènes, de sorte que la production de travail extérieur, par un groupe musculaire déterminé, peut continuer, intense et inaltérée, pendant très longtemps, dissimulant même la survenance graduelle de la fatigue, qui, pourtant, se manifeste par d'autres symptômes.*

Le lecteur qui n'a pas suivi de près le développement de ce chapitre de la Physiologie humaine qu'on connaît sous le nom d'Ergographie, et qui n'a pas encore eu l'occasion de voir des tracés ergographiques, s'étonnera probablement que j'insiste si particulièrement sur cette affirmation, qui, d'ailleurs, s'accorde avec un des faits les plus ordinaires, tel que la résistance à toute épreuve de certains alpinistes, cyclistes, etc., ou celle des oiseaux migrateurs, dans leurs immenses traversées. Cependant, pour bien comprendre les raisons et l'importance de la proposition exposée ci-dessus, il ne sera pas hors de propos de retracer brièvement l'histoire de ces études ergographiques, depuis Kronecker, qui, en 1870 environ, en jeta les premières bases rigoureusement expérimentales, jusqu'à nos jours.

I

Kronecker étudia le côté le plus simple de la question, le facteur fondamental. Il expérimenta sur un muscle de grenouille, détaché de l'organisme, mais maintenu à l'état de vie pendant une période de temps considérable grâce à la circulation artificielle; et il étudia les lois selon lesquelles il se fatigue.

Le muscle ainsi préparé se contractait à intervalles réguliers sous l'excitation d'un courant induit, instantané et constant dans son intensité. Une plume attachée au muscle indiquait, sur une surface enfumée qui tournait d'une façon constante, le raccourcissement que le muscle subissait à chaque excitation.

Kronecker vit, dans ses expériences, que les contractions rythmiques successives du muscle diminuent de hauteur régulièrement. Il donna le nom de « courbe de la fatigue » à la ligne marquée par les sommets des contractions; cette ligne est composée d'une portion initiale rectiligne, plus ou moins inclinée selon le rythme, et d'une seconde portion dans laquelle les contractions tendent à rejoindre une hauteur minime constante, déterminée.

Les observations de Kronecker ont été répétées par plusieurs auteurs sur des muscles de grenouille ou d'animaux à sang chaud, avec ou sans circulation du sang.

On reconnut que la courbe de la fatigue n'est pas toujours une ligne droite; mais plutôt, si la circulation est normale et surtout chez les animaux à sang chaud, elle est concave vers le haut, et elle s'approche d'abord rapidement, ensuite plus lentement, de l'axe des abscisses. Tous les observateurs, et spécialement Rossbach et Harteneck, insistèrent sur ce point : après une première période (descente rectiligne de Kronecker), une deuxième suit, dans laquelle les contractions, devenues notablement plus faibles qu'auparavant, conservent pendant longtemps un niveau constant, de sorte que la ligne qui unit le sommet des contractions s'approche d'une manière extraordinairement lente de l'axe des abscisses.

Mes observations se relient directement à celles de Rossbach et Harteneck, quoique j'aie suivi une méthode tout à fait différente. Le principe fondamental qui m'a guidé consiste en ce que, dans les expériences d'ergographie, l'observateur doit donner plus d'importance à la quantité de travail exécuté pendant chaque contraction qu'à la hauteur de la contraction même. Si l'on veut obtenir la reproduction fidèle du phénomène qui doit vraiment nous intéresser plus que tout autre, savoir : la courbe de la production du travail rythmique, il faut tâcher de mettre expérimentalement le muscle en de telles conditions qu'il puisse fournir à chaque contraction le maximum de travail possible.

Le muscle (gastrocnémien de lapin) était excité, dans mes expériences, ou bien directement, ou bien par le nerf sciatique, à intervalles réguliers (courant induit d'ouverture, une excitation par seconde), et il était conservé dans ses conditions normales de circulation et d'insertion; le poids, au moyen du curseur-enregistreur de l'ergographe de A. Mosso, n'était pas attaché au tendon d'Achille, mais à la patte, et il tendait le muscle continuellement, dans les limites données par la structure de l'articulation. De cette façon, on respectait, autant que possible, les conditions mécaniques dans lesquelles le muscle travaille sous l'action de la volonté.

Avant d'enregistrer l'ergogramme, on déterminait le poids qui, avec le maximum de l'excitation (savoir celui qui produit la plus grande hauteur de la contraction), permettait au muscle une contrac-

tion dont la hauteur multipliée par le poids donnait un produit maximum de travail extérieur *poids maximal*. Avec cette charge et avec l'excitation maximale, on exécutait la série des contractions rythmiques.

J'ai obtenu ainsi un ergogramme constitué par une quantité plus ou moins grande de contractions, parmi lesquelles un premier groupe marque une augmentation progressive de hauteur[1]; un second groupe est stationnaire; un troisième descend d'abord rapidement, ensuite plus doucement vers l'abscisse, quelquefois en la rejoignant, quelquefois en conservant une hauteur très limitée, avec tendance à ne plus diminuer (fig. 1). Si, pourtant, à ce moment on diminue la charge d'une quantité suffisante, on trouve que le muscle est encore capable d'exécuter à chaque contraction une quantité remarquable de travail, et qu'il fournit, remarquons-le bien, non plus une série de contractions descendantes comme la première obtenue, mais une série de contractions à hauteur constante, qui se prolonge indéfiniment sans qu'il soit nécessaire de diminuer ultérieurement le poids. Il en résulte donc que *la phase de travail constant est une portion essentielle de l'ergogramme* (fig. 2). J'ai démontré ailleurs que cette phase est celle qui correspond à la phase hyperbolique de Kronecker, au second stade de fatigue de Rossbach et Harteneck.

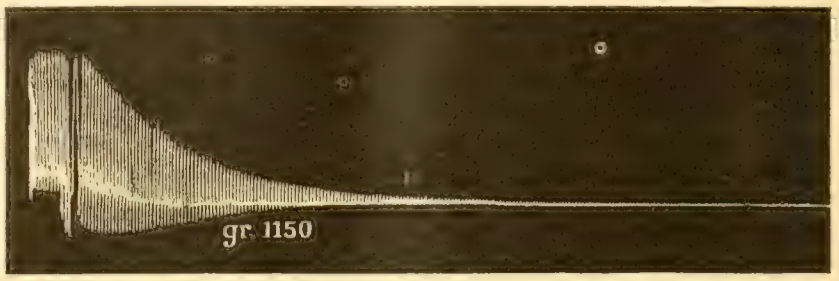


Fig. 1. — *Ergogramme du muscle gastrocnémien d'un lapin chargé de 1.150 grammes (poids maximal), obtenu par l'excitation maximale du nerf sciatique à 2 secondes d'intervalle.*

Une fois que le muscle, à la suite d'une série d'excitations maximales, est réduit à la phase de travail constant, il n'y a qu'un moyen pour en obtenir une autre portion de travail en courbe descendante : le repos. Selon qu'on fait reposer le muscle plus ou moins longtemps, la valeur du poids maximal s'approche plus ou moins de la valeur initiale, et le muscle redevient capable de fournir une nouvelle quantité de travail, sous forme de courbe descendante (fig. 3). Si, pourtant, la première portion, c'est-à-dire la portion descendante de l'ergogramme, vient d'être exécutée avec une excitation submaximale, il est possible de la faire suivre d'une autre, en augmentant l'intensité de l'excitation.

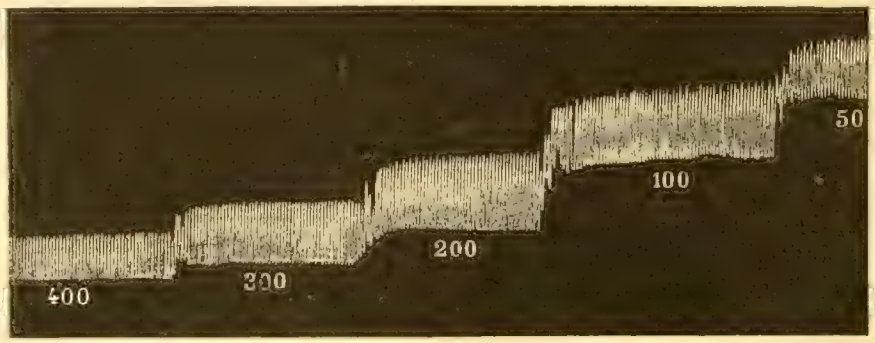


Fig. 2. — *Recherche du poids maximal dans la phase de travail constant avec le même muscle que dans la figure 1.*

Donc, tandis qu'en employant l'excitation maximale les conditions mécaniques de travail sous-maximal (poids sous-maximaux) ne servent pas à produire une épargne de l'énergie, on peut économiser celle-ci en réglant l'intensité de l'excitation.

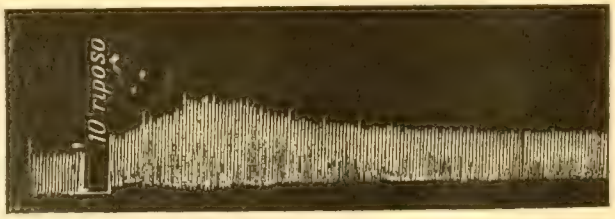


Fig. 3. — *Tracé ergographique du même muscle après 10 minutes de repos intercalées dans la portion constante de l'ergogramme.*

La phase constante démontre qu'un muscle peut produire pendant longtemps du travail sans se fatiguer lorsqu'il est physiologiquement

[1] Cette augmentation peut atteindre, même surpasser, le tiers de la production initiale de travail. C'est un phénomène d'entraînement aigu, qui confirme le principe général, d'après lequel les processus cataboliques provoquent une réaction anabolique consécutive assez intense pour que, pendant une série d'excitations rythmiques, la substance

alimenté de sang normal. La portion descendante de la courbe correspond probablement à la période dans laquelle il transforme l'énergie accumulée pendant le repos, tandis que, dans la phase constante, le muscle reçoit par le sang autant de matériaux qu'il en consomme. Même en prolongeant autant que possible la phase de travail constant, il n'arrive jamais un moment où le muscle soit incapable de fournir un travail mécanique externe. Si cela se vérifie, c'est à cause de l'envahissement graduel de la rigidité musculaire, sans qu'on puisse établir une variation correspondante dans la valeur de l'excitation ou du poids maximal (fig. 4).

Fig. 4. — *Tracé ergographique du même muscle (phase de travail constant), après 2 heures d'excitations rythmiques (envahissement graduel de la rigidité musculaire).*

Dans l'ergogramme de la figure 1, la courbe exécutée par le muscle avec le poids maximal initial descend plus ou moins rapidement à zéro ou à une valeur infime, car, après un certain nombre de contractions, le poids devient submaximal ; seulement, à ce point de vue, on peut l'appeler courbe d'épuisement, avec A. Broca et Ch. Richet. Mais, si l'on fait varier le poids graduellement, en sorte que, de sa valeur maximale initiale, il arrive, dans l'espace de temps pendant lequel dure la courbe descendante, à la valeur du poids maximal correspondant à la phase de travail constant, l'intervalle auquel correspondait un travail nul ou presque nul va disparaître de l'ergogramme, et l'on observe, à sa place, une descente graduelle continue du travail jusqu'à la phase constante.

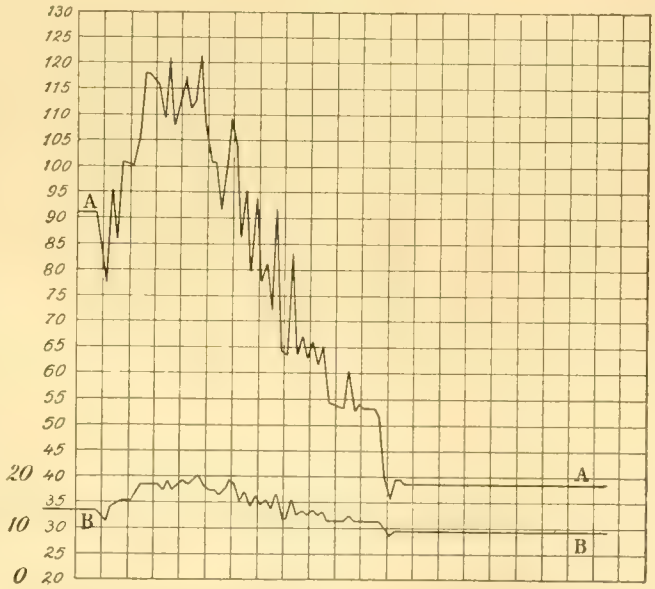


Fig. 5. — *Courbe de travail (A) et courbe de fatigue (B) correspondante du gastrocnémien de lapin.* — Poids décroissant du maximal initial (700 gr.) au maximal terminal (300 gr.), à raison de 7 gr. 5 pour chaque contraction. L'unité de travail en A est le décagrammètre. L'unité de la hauteur des soulèvements en B est le millimètre.

C'est un progrès remarquable vers l'intégration de la courbe du travail musculaire. La courbe du travail musculaire ainsi obtenue, c'est-à-dire composée de soulèvements rythmiques successifs provoqués par des excitations artificielles et, autant que possible, exécutée constamment dans des conditions de travail maximal, est représentée par un morceau de branche d'hyperbole à axe vertical, avec la concavité vers le bas, qui, par inflexion, se prolonge dans une autre partie d'hyperbole, dont une asymptote est une horizontale (fig. 5) ; cela rappelle donc la courbe d'une contraction isolée, avec une période d'énergie croissante et une seconde période d'énergie descendante plus ou moins prolongées selon que le muscle est plus ou moins fatigué par le travail précédent.

Vis-à-vis de ces résultats, nous devons attacher peu d'importance à la forme de la courbe de la fatigue (ligne des sommets des contractions) par un poids constant; celle-ci est tout à fait casuelle, grandement variable selon le rythme, le poids ou la fatigue précédente.

Généralement, la courbe de la fatigue, pour les muscles à sang chaud, dans les conditions normales de circulation, a la forme décrite par Rossbach et Harteneck; mais la rapidité avec laquelle la ligne s'approche de l'abscisse et le niveau auquel elle descend vers l'abscisse même peuvent varier d'une façon considérable.

La descente de la courbe de la fatigue exécutée avec un certain poids est d'autant plus rapide et accentuée que le poids est plus lourd par rapport au poids maximal terminal, et son ampleur est d'autant plus grande que la différence de valeur entre le poids maximal initial et le poids maximal terminal est plus petite. Dans les cas extrêmes, la courbe de la fatigue peut aussi prendre l'aspect d'une ligne droite.

---

vivante non seulement se tienne en équilibre, mais subisse une modification progressive qui se manifeste dans l'augmentation de sa potentialité.

II

Il était naturel que je cherchasse à transporter dans l'étude du travail volontaire les conditions expérimentales qui, dans l'étude précédente, m'avaient fourni des résultats si inattendus et si persuasifs. Je me servis d'un appareil assez simple, sur lequel j'exerçai l'action des muscles fléchisseurs de l'avant-bras et qui me parut pouvoir suffisamment réaliser les exigences de la technique (fig. 6).

Les courbes du travail volontaire de l'homme ont un cours analogue à celles obtenues chez le lapin par les excitations électriques. Elles aussi comprennent deux parties : l'une initiale descendante, l'autre constante.

Cependant, entre le cas dans lequel le muscle travaille par l'excitation électrique et celui dans lequel le muscle se contracte grâce à l'excitation volontaire, il existe deux différences essentielles :

1° Pour le muscle excité électriquement il existe un poids d'une certaine valeur au-dessus et au-dessous duquel il y a une perte de travail; tandis que, lorsqu'on travaille volontairement, le poids pratiquement maximal est le poids maximum qui puisse être soulevé;

2° A la suite de l'excitation électrique, une fois la première portion descendante de la courbe exécutée, on n'obtient plus que la phase constante, quel que soit le poids qu'on fasse soulever; dans le travail volontaire, au contraire, si nous exécutons des ergogrammes successifs avec des charges qui vont en diminuant, nous obtiendrons une courbe descendante pour chaque poids supérieur au poids qui sera maximal dans la phase constante.

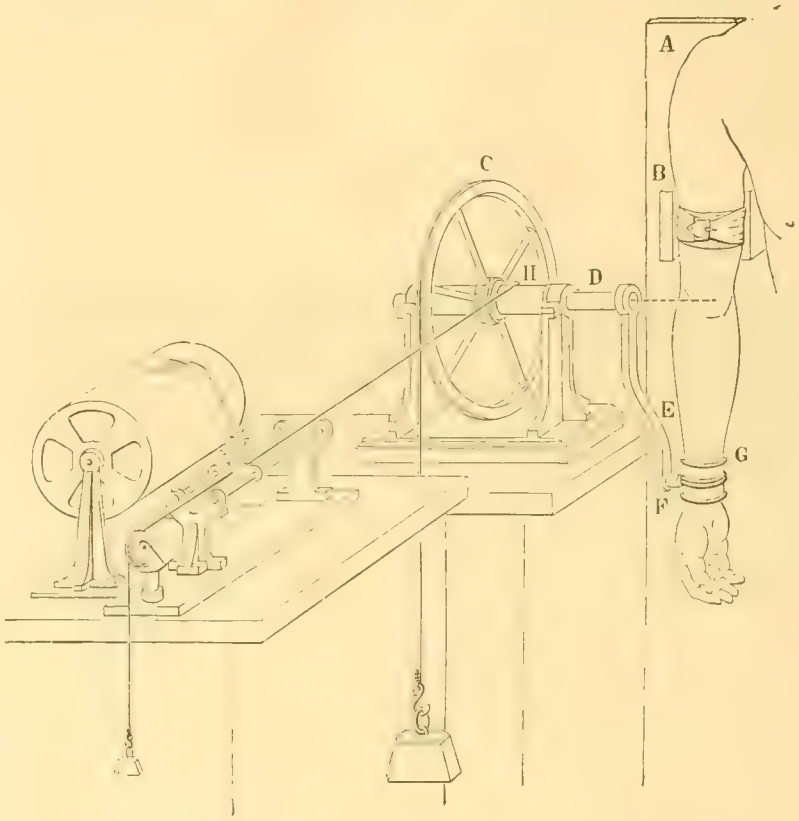


Fig. 6. — *Appareil pour l'étude de l'action des muscles fléchisseurs de l'avant-bras.* — AB, planchette servant à fixer l'avant-bras; DEF, manivelle de l'appareil ergographique, fixée au poignet en G; C, roue sur laquelle s'enroule la corde portant la charge.

Ces différences dérivent du fait que, dans la contraction volontaire, l'excitation n'est pas invariable, indépendante du poids qu'on doit soulever, comme dans la contraction par excitation électrique; mais son intensité se gradue selon la résistance, et, puisque le poids maximum que le muscle peut soulever est en même temps son poids maximal, il en résulte que, dans le travail volontaire exécuté dans des conditions maximales, l'excitation est graduée selon le poids maximal.

En travaillant, la valeur du poids maximal diminue; il s'en suit que, si l'on ne change pas de poids, la hauteur des soulèvements diminue bientôt; et il en résulte une dépense de force avec perte de travail utile, tandis que, si l'on diminue la charge dans une mesure convenable, le muscle se retrouve capable de fournir de grandes quantités de travail, et l'individu qui travaille a, malgré cela, le sentiment d'envoyer au muscle une excitation moins intense. L'intensité de l'excitation ne croît pas en raison de la quantité de travail qu'on a déjà exécutée, mais elle croît parce que les conditions mécaniques deviennent défavorables.

Nous pouvons ainsi avoir un maximum d'excitation avec un minimum de production de travail extérieur, et ceci est l'*effort*; au contraire, nous pouvons avoir une grande production de travail avec un minimum d'excitation, en graduant le poids à propos. Le muscle continuant à travailler dans de bonnes conditions mécaniques, il arrive un moment où il ne devient plus nécessaire de diminuer le poids, car les contractions conservent leur hauteur indéfiniment; alors, on a une production de travail maximum et constante à chaque contraction, avec

le minimum d'excitation nerveuse nécessaire pour atteindre le but. Le principe du poids maximal acquiert ainsi, dans le travail volontaire, une importance bien plus grande que dans le travail provoqué par l'excitation électrique. Il ne représente pas seulement une des conditions mécaniques dans lesquelles le muscle doit être placé afin qu'il puisse donner le maximum de rendement en travail, mais il constitue encore le régulateur automatique de l'excitation qui assure, durant le travail, le maximum de rendement avec la moindre dépense d'énergie.

Un mécanisme de ce genre est très important, car c'est de l'intensité de l'excitation que dépendent intimement les réactions chimiques qui accompagnent la contraction musculaire.

Mais les courbes dont nous avons parlé jusqu'à présent, et dont je donne un exemple (fig. 7), ne représentent pas encore dans leur ensemble une courbe ininterrompue de travail rythmique maximal, mais plutôt un ensemble de courbes exécutées avec des poids décroissants, choisis d'une manière arbitraire. Ces courbes nous amènent seulement à la conclusion : que, dans le travail musculaire volontaire, en diminuant les poids, on obtient une série de courbes qui descendent d'autant moins et plus lentement que le poids se rapproche davantage du poids maximal final.

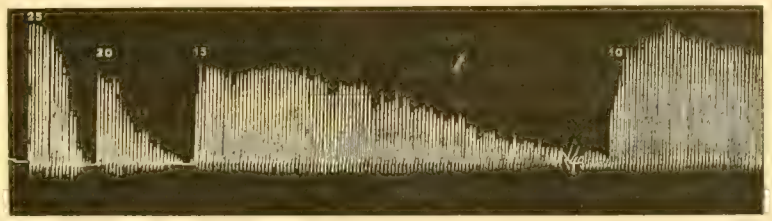


Fig. 7. — *Ergogrammes exécutés successivement sans intervalle de repos, par les muscles fléchisseurs de l'avant-bras, avec des poids décroissants* (25 kilogs, 20 kilogs, 15 kilogs, 10 kilogs). — Le tracé a été fortement réduit par la reproduction.

Il est clair que, dans l'ensemble de cette courbe de travail musculaire, tous les soulèvements qui, exécutés avec un poids donné, représentent un travail moindre que celui que représente le premier soulèvement exécuté avec le poids suivant, constituent des portions dans lesquelles une partie du travail est perdue ; ces pertes seraient évitées, et l'on aurait une courbe continue et régulière, s'il était possible de réaliser dans l'expérience la condition d'un poids qui, à chaque soulèvement, changeât de valeur dans la même proportion que la force du muscle.

Nous possédons des données suffisantes pour atteindre, sinon l'intégration absolue de la courbe du travail musculaire, au moins un fort degré d'approximation.

Le raisonnement qui nous y conduit est très simple. Soit une courbe de travail rythmique volontaire, commençant avec le poids maximal P, soulevé à la hauteur A, avec un produit de travail initial AP ; P restant constant, la hauteur du soulèvement diminuera peu à peu jusqu'à $A' = A - \frac{A}{q}$ (où q représente un diviseur quelconque de A), et le produit du travail descendra à $\left(A - \frac{A}{q}\right)P$. La diminution que nous supposons survenue dans la hauteur du soulèvement doit être limitée de telle sorte que P puisse encore, jusqu'à ce point, être considéré comme poids maximal (l'extension des contractions s'abaisse très rapidement quand le poids commence à devenir supérieur au maximal, surtout s'il s'agit de poids élevés). A ce moment, en substituant au poids initial P un autre poids P′ (le maximum qui permette à la hauteur de la contraction de revenir à la valeur initiale A) et en admettant que, entre deux contractions successives, la différence de travail puisse être considérée comme nulle, la première contraction exécutée avec le poids P′ donnera un produit de travail $AP' = \left(A - \frac{A}{q}\right)P$, d'où l'on obtient $P' = \left(1 - \frac{1}{q}\right)P$, et $P - P' = \frac{P}{q}$. Par un raisonnement analogue, on déduit que, lorsque, le travail procédant avec le poids P′, la hauteur de la contraction sera diminuée de nouveau de la fraction $\frac{A}{q}$, le poids maximal P″ sera $P\left(1 - \frac{1}{q}\right)^2$ et $P' - P'' = \frac{P}{q} - \frac{P}{q^2}$; d'où l'on peut prévoir que les valeurs des poids qui doivent être peu à peu soustraits de P, poids maximal initial, afin qu'il en résulte une courbe ergographique constamment maximale, sont exprimées, en fonction de P, par les termes consécutifs de la série :

$$\frac{P}{q};\ \frac{P}{q}\left(1-\frac{1}{q}\right);\ \frac{P}{q}\left(1-\frac{1}{q}\right)^2;\ \frac{P}{q}\left(1-\frac{1}{q}\right)^3;\ \ldots \frac{P}{q}\left(1-\frac{1}{q}\right)^n.$$

J'ai construit, sur ces principes, un appareil ergographique digital, dont je donnerai plus loin la description.

Le tracé ergographique du travail volontaire maximal obtenu par cette méthode se présente donc comme une série de lignes verticales, toutes d'une hauteur à peu près égale, et il ne montre aucune caractéristique saillante lorsqu'on change d'individu ou de conditions d'expérience. Le véritable ergogramme est indiqué par la ligne suivant

laquelle diminue la valeur du poids maximal (fig. 8).

Je vais résumer en quelques propositions les résultats les plus importants auxquels m'a conduit l'analyse de ces ergogrammes :

1° Si, dès le commencement, on travaille avec des poids submaximaux, une certaine quantité de travail est perdue; et la partie de travail volontaire qui ne s'accomplit pas, lorsqu'on soulève des poids inférieurs au poids maximal, n'est compensée ni par une persistance plus grande à travailler dans ces conditions, ni par une production plus élevée de travail dans la phase constante;

2° Néanmoins, le travail avec des charges submaximales permet au muscle qui travaille sous le stimulus de la volonté d'économiser les matériaux dont il dispose et d'en accumuler de nouveaux. En effet, si le poids maximal d'un muscle est, par suite d'une fatigue précédente, descendu au-dessous de sa valeur initiale, il peut acquérir de nouveau sa valeur primitive, même sans se reposer, pourvu qu'on fasse travailler le muscle avec des charges légères;

3° Quelle que soit la quantité de travail précédemment exécutée en soulevant des poids inférieurs au maximal initial, le muscle reste toujours capable de produire, avec les poids avec lesquels il n'a pas encore travaillé, la même quantité de travail que celle qu'il aurait fournie avec ceux-là dès le commencement. Par conséquent, la somme totale du travail dont un muscle est capable est composée de différentes portions, dont chacune ne peut se manifester qu'avec un poids déterminé.

Ce fait conduirait à l'hypothèse que les phénomènes chimiques, qui constituent le fondement de la contraction musculaire, ne varient pas seulement de quantité, mais aussi de qualité suivant la variation des conditions mécaniques dans lesquelles le muscle, par excitation de la volonté, doit travailler;

4° La hauteur des soulèvements aussi bien que la valeur du poids maximal initial et du poids maximal correspondant à la phase constante, à parité de conditions, varient très peu dans les diverses expériences;

5° Le nombre des soulèvements exécutés avec chacun des poids décroissants en séries croît avec tendance à l'infini, indépendamment de la mesure dans laquelle décroissent les poids et d'une manière très inconstante d'une expérience à l'autre;

6° Le rythme des soulèvements dans les conditions normales de nutrition a peu d'influence sur la valeur du poids maximal dans la phase constante. Une telle influence devient, au contraire, très remarquable, si, grâce à l'entraînement (voir fig. 9), le poids maximal de la phase constante a augmenté de valeur. La descente de la courbe de travail est d'autant plus lente que le rythme du travail est plus lent aussi;

7° L'état de nutrition générale (jeûne de trente-six heures) ne modifie pas sensiblement la valeur du poids maximal initial, ni la hauteur du soulèvement; mais il fait diminuer l'énergie de la contraction, accélère la descente de la production du travail et fait diminuer la valeur du poids maximal dans la phase constante;

8° L'état de nutrition locale (exercice intensif)

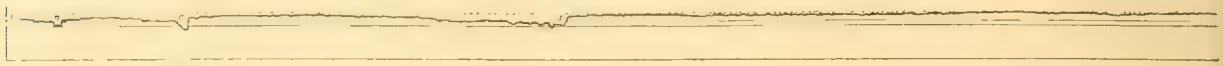


Fig. 8. — *Type de courbe ergographique (sommets des soulèvements) exécutée dans la condition de travail maximal par les muscles fléchisseurs de l'avant-bras; q = 7; rythme = 13 soulèvements par seconde.* — Série des poids soulevés : A kg. 32; soulèvements 41; B kg. 27,430, soulèvements 114; C kg. 23,5, soulèvements 342; D kg. 20,150, nombre des soulèvements infini. (Réduction à 1/10 de la grandeur naturelle.)

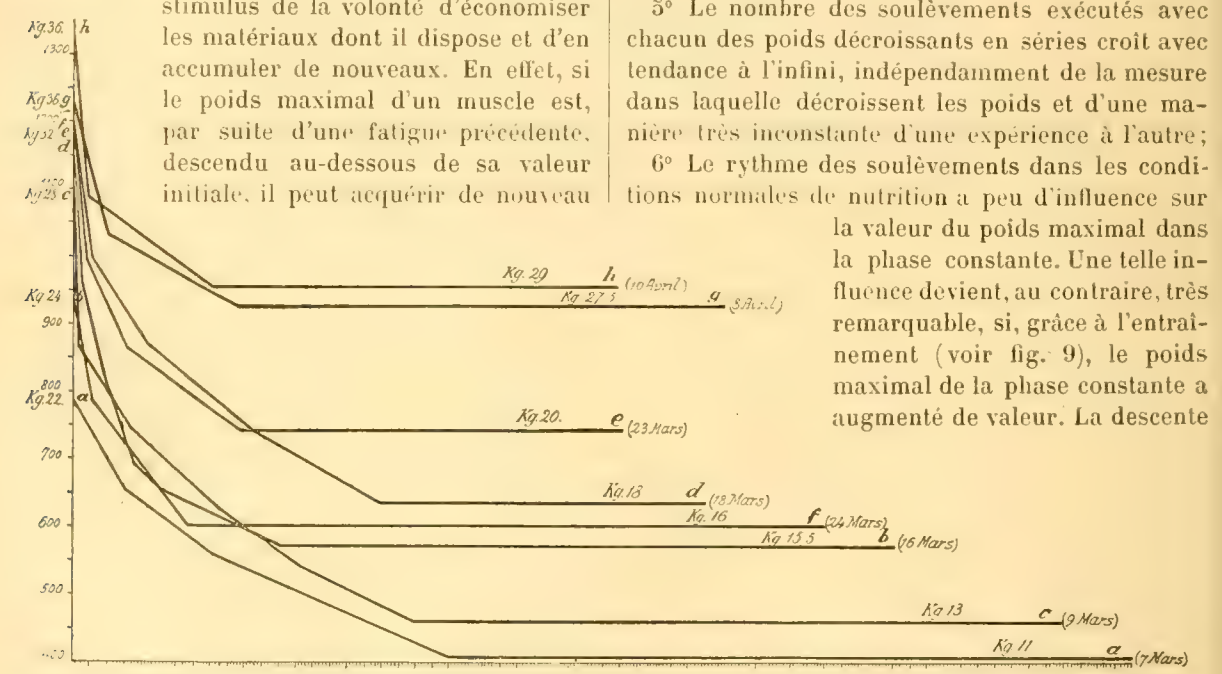


Fig. 9. — *Augmentation de la valeur du poids maximal dans la phase constante, par effet de l'exercice.* — Rythme: 13 soulèvements à la seconde. Chaque subdivision de l'abscisse correspond à 10 soulèvements. Les nombres sur l'ordonnée indiquent le travail exécuté à chaque soulèvement en kilogrammètres.

rend le muscle capable d'exécuter une quantité de travail beaucoup plus grande que la normale, par un mécanisme tout particulier. Il ne fait pas augmenter notablement la valeur du poids maximal initial; il ne ralentit que de peu la descente de la courbe; mais il provoque une augmentation très remarquable du poids maximal dans la phase constante. Malgré cela, entre la production initiale de travail et celle de la phase constante, il existe toujours une certaine différence (fig. 9).

III

La constance de la valeur du poids maximal initial et du poids maximal terminal, l'inconstance, d'autre part, de l'énergie des contractions et la disproportion dans laquelle croît le nombre des soulèvements avec les poids successifs d'une série, sont des particularités dont on ne réussit pas à trouver une explication suffisante par le simple examen de la courbe du travail maximal volontaire.

Mais, à ce point, nous devons remarquer que la production de travail en série de soulèvements rythmiques est un mode tout particulier de travail, qui ne correspond pas, en réalité, à ce qui se passe dans la Nature dans le plus grand nombre des cas; outre le déplacement du poids, on exige du muscle, en général, un tétanos volontaire plus ou moins prolongé, qui soutient la charge dans la nouvelle position; et, en réalité, un simple soulèvement produit déjà un tétanos volontaire de plus ou moins courte durée; par conséquent, pour avoir un tableau complet des lois qui règlent le travail volontaire, il faut soumettre aussi le tétanos volontaire à une étude méthodique. Si l'on fait soulever par un individu un certain poids à la plus grande hauteur physiologiquement possible avec les muscles fléchisseurs de l'avant-bras, et si on le lui fait soutenir le plus longtemps qu'il peut (l'action étant toujours limitée aux mêmes muscles), on remarque que les muscles peu à peu se ralentissent, d'abord doucement, plus rapidement ensuite, et l'on parvient ainsi à la distension complète de l'avant-bras avant que l'individu perde la possibilité d'exciter volontairement le groupe de muscles intéressé; on peut ainsi soulever le poids et le soutenir plusieurs fois consécutives; les tétanos successifs ont toujours une durée plus courte, jusqu'au moment où l'on ne peut plus en aucune manière soulever le poids. On peut considérer la somme des temps des divers tétanos comme égale au temps total T pendant lequel se prolongerait un tétanos unique volontaire exécuté par le poids P. Chez le sujet qui a servi à ces recherches, j'ai trouvé que *le produit* PT *du poids soulevé P par le temps* T *pendant lequel le tétanos volontaire a duré* est sensiblement constant, et que ses deux facteurs, entre certaines limites, peuvent varier inversement entre eux[1]. La courbe du tétanos volontaire n'est pas l'expression de la fatigue du muscle; en effet, on peut intercaler un tétanos volontaire dans une série de soulèvements rythmiques sans que la production de travail diminue aucunement. Puisque, d'autre part, l'intensité des excitations qui arrivent des centres spinaux au muscle est proportionnée au poids qu'on a à soulever, la valeur du poids P peut servir comme indication de la mesure dans laquelle, pendant le travail, se consume l'énergie accumulée dans les centres nerveux. On en déduit que *le produit* PT *peut être considéré comme une indication de la quantité d'énergie dont disposent les cellules nerveuses motrices à un moment donné, énergie qui s'épuise dans un espace de temps plus ou moins long selon l'intensité avec laquelle on la consume.*

Si, parallèlement à une courbe de travail rythmique, on dispose la courbe selon laquelle le produit PT diminue de valeur, on met en évidence diverses caractéristiques de cette dernière et les rapports qui existent entre celle-ci et la production du travail extérieur.

Ce produit n'offre, dans ses variations, aucun rapport direct avec la production du travail, et il est indépendant des conditions de nutrition locale du muscle; mais il est en étroite dépendance du poids et du rythme, et il se comporte de la même façon que d'autres éléments que nous avons déjà étudiés dans la courbe de travail rythmique, c'est-à-dire l'énergie des contractions et le nombre des soulèvements correspondant aux poids successifs d'une série. Le produit aussi bien que ces derniers doivent être considérés comme l'expression de la quantité d'énergie accumulée et de la mesure suivant laquelle cette énergie s'épuise non pas dans le muscle, mais dans les centres (spinaux, bien entendu, non psychiques) qui envoient au muscle l'excitation

[1] Dans un travail paru dans la *Skandinavisches Archiv für Physiologie*, le Dr Stupin cite quelques recherches faites à ce propos sur lui-même et sur d'autres individus; l'auteur ne réussit pas à obtenir dans la valeur de la contraction statique cette constance qui m'a permis d'arriver aux conclusions exposées ci-dessus. La question de la signification qu'on doit attribuer à la résistance dans le tétanos volontaire est trop importante pour qu'elle n'ait pas à être soulevée de nouveau. Après la longue expérience faite sur moi-même et sur divers autres sujets, je dois reconnaître que, moi aussi, j'eus, de la plupart des sujets, des données très inconstantes, et je dois attribuer à l'habitude et à l'entraînement spécial de mon premier sujet la régularité des résultats. Quand même on a la chance de trouver des sujets qui exécutent de toute leur volonté et avec conscience un exercice fort peu agréable, l'on doit toujours se rappeler que, pour obtenir des résultats satisfaisants, il ne faut pas se contenter de la première ou des deux premières contractions statiques, mais continuer jusqu'à ce que le sujet se trouve dans l'impossibilité presque absolue de soutenir le poids, même pendant un temps très court.

nécessaire à la contraction. A la valeur initiale de PT, c'est-à-dire à la quantité d'énergie accumulée dans les centres à l'état de repos, correspond, pour ainsi dire, une valeur plus élevée du potentiel sous lequel cette énergie peut être dépensée; elle équivaut à l'excitation maximum qui peut partir des centres, et correspond pratiquement au poids maximal initial; au fur et à mesure que va se consumer l'énergie accumulée dans les mêmes centres, le potentiel, c'est-à-dire le maximum d'intensité d'excitation, va diminuer aussi. A une quantité minime d'énergie (valeur minime à laquelle descend PT) correspond une intensité minime d'excitation, représentée en pratique par le poids maximal minimum.

Au point de vue de la production du travail musculaire volontaire, il est intéressant de remarquer *que la dépense de la force accumulée dans les centres (correspondant dans son cours à la courbe de descente du poids maximal) diminue d'intensité par suite du travail prolongé dans des limites beaucoup plus restreintes que celles dans lesquelles diminue la quantité totale de la force disponible.*

IV

Telles sont les données expérimentales d'après lesquelles on peut affirmer que le système neuro-musculaire est très résistant au travail, et que la courbe de production du travail externe n'est pas l'indication fidèle du degré de fatigue, qui en est la conséquence.

Il s'agit maintenant de voir jusqu'à quel point cette proposition — qui trouve, comme nous l'avons déjà dit, son contrôle le plus efficace dans la pratique quotidienne — s'accorde avec les résultats des premières expériences ergographiques, et peut légitimer les doctrines édifiées sur les résultats des recherches originales de A. Mosso et des recherches faites successivement pendant l'espace de dix ans environ.

L'idée fondamentale des études de Mosso est que la courbe ergographique résulte des effets mêlés d'une fatigue des centres nerveux et d'une fatigue périphérique des muscles, laquelle est toujours dominante.

Les phénomènes caractéristiques, dit-il, ont leur siège à la périphérie, car le muscle fournit aussi sa courbe habituelle de fatigue lorsqu'il est excité artificiellement. Même à la suite d'un travail intensif du cerveau, ce n'est pas la volonté, ce ne sont pas les nerfs, c'est le muscle qui se trouve fatigué. Mais, toutefois, on attribuait à la fatigue des centres nerveux une certaine participation dans la détermination de la *courbe ergographique à poids constant*, considérée comme l'équivalent de la courbe de la fatigue de Kronecker.

Cependant, lorsqu'on parlait de centres nerveux, si nous faisons abstraction de l'usage répété et générique du terme *volonté*, on ne disait jamais directement de quels centres nerveux il s'agissait : était-ce des centres spinaux ou bien des centres psycho-moteurs. D'après les dernières recherches, il se confirme, en effet, qu'à la fatigue musculaire est associée la fatigue nerveuse, laquelle, cependant, pour ce qui est en rapport avec la fonction musculaire, intéresserait plutôt les centres spinaux que les centres psycho-moteurs, et elle ne trouve pas ni toujours ni nécessairement son expression dans la courbe de la production du travail mécanique externe.

Les courbes ergographiques exécutées avec un poids constant et arbitrairement choisi ne représentent, en réalité, qu'un fragment minime de la quantité totale de travail dont le muscle est capable, et elles expriment, plus qu'autre chose, la rapidité avec laquelle les conditions mécaniques deviennent défavorables à la production du travail externe.

D'autre part, la physionomie du tracé se complique évidemment par l'intervention d'une foule de facteurs insaisissables : tels la résistance de l'individu à la douleur provoquée par l'effort inutile, les tentatives qu'il fait pour suppléer avec d'autres groupes de muscles à ceux dont il ne peut plus se servir pour atteindre son but, la ténacité de l'individu, son zèle et sa suggestibilité. Au point de vue mécanique, il me semble qu'une courbe ergographique exécutée dans les conditions expérimentales sus-indiquées a la même signification, quoique d'une façon moins évidente, que peut avoir l'incapacité apparente d'un individu qui essaie de toutes ses forces de remuer un poids exagéré, un gros rocher, par exemple. Personne ne songera à juger du travail dont cet individu est capable par la quantité de travail externe qu'il a réellement exécutée dans de telles conditions; personne ne songera qu'on puisse juger, d'après cet effort inutile, de la fatigue produite dans les muscles ou dans les centres nerveux médullaires correspondants, ni encore moins dans les centres psycho-moteurs.

Avec ces considérations, je crois avoir exprimé la plus substantielle des objections qu'on puisse élever contre la théorie proposée par l'École de Kraepelin. Cet auteur cherche, dans une longue série de travaux exécutés avec la collaboration de nombreux élèves, à renforcer les bases de l'hypothèse vaguement exposée par Mosso; il arrive même à affirmer que, dans l'interprétation de la courbe ergographique à poids constant, on peut séparer en elle le côté qui appartient à la fatigue musculaire de celui qui appartient à la fatigue des centres psycho-moteurs; de la première dépendrait spécialement la hauteur des contractions, de la

seconde leur nombre; et l'on interpréta la descente rapide de l'ergogramme comme l'expression d'une épuisabilité exceptionnelle des centres moteurs volontaires, telle qu'on ne l'observe dans aucun autre domaine de la vie psychique.

Il est vrai que, dans le plus récent de ses travaux, en collaboration avec A. Oseretzkowsky, Kraepelin admet que la détermination du nombre des soulèvements et de la hauteur totale des ergogrammes est, nécessairement, plus qu'imparfaite, et que les deux valeurs varient en général dans le même sens, et sont en étroite dépendance entre elles.

Mlle I. Ioteyko suivit la doctrine de Kraepelin et la développa ultérieurement; elle introduisit la notion d'un quotient de travail et indiqua, comme un nouveau facteur du rapide épuisement de la courbe à poids constant, une espèce de paralysie musculaire périphérique, localisée dans les plaques motrices. Ce n'est pas ici le lieu de répéter en détail les arguments par lesquels j'ai réfuté ailleurs la vraisemblance de ces théories. Il me semble que les données expérimentales de la méthode du travail maximal sont, par elles-mêmes, suffisamment démonstratives pour que l'on puisse affirmer que de telles hypothèses sont tout à fait superflues, car la fatigabilité présumée, qu'elle soit centrale et psychomotrice, ou périphérique et d'origine toxique ou non, ne subsiste pas.

Si, à un certain moment, la charge devient excessive et, par conséquent, que la production de travail diminue, cela ne regarde pas la volonté; si nous conservons la charge, autant que possible, proche de sa valeur maximale, il en résulte que le muscle obéit à la volonté, et que la volonté, sur laquelle la conscience seule nous permet de faire une appréciation, persiste, après des heures de travail, vaillante comme au commencement de l'expérience; dans l'ergogramme, il n'y a rien qui puisse se référer à la fatigue de la volonté.

Il est intéressant de savoir qu'en réalité les ergogrammes à poids constant laissent souvent aussi entrevoir la phase constante de travail.

Déjà Mosso l'avait fait remarquer, et P. W. Lombard avait mis en évidence le phénomène dit des « oscillations périodiques », qui consiste en ceci : si le sujet, une fois l'ergogramme achevé, continue les tractions rythmiques, il se montre capable d'une quantité indéterminée de reprises, constituées par des groupes de soulèvements dont la hauteur peut rejoindre encore la hauteur initiale. Le phénomène de Lombard s'observe seulement dans l'ergogramme volontaire, et non pas dans celui que l'homme obtient avec l'excitation électrique. C'est pour cela que Lombard a cru qu'il caractérisait l'activité volontaire, sans, d'autre part, en indiquer le siège dans les centres psycho-moteurs plutôt que dans les centres spinaux.

J'ai eu la chance d'observer, chez le lapin, que la phase constante de l'ergogramme peut être plus ou moins altérée, et quelquefois même tout à fait dissimulée, selon le degré de tension qu'on donne au muscle. S'il y a peu de tension, nous aurons cessation prématurée de l'ergogramme; si la tension est forte, pourvu que la charge ne soit pas excessive, la phase constante apparaît dans son aspect normal; si la tension est moyenne, les oscillations périodiques paraissent.

On doit reconnaître qu'entre ce dernier fait et le phénomène de Lombard il existe une grande analogie, surtout si l'on considère que, dans la technique ergographique suivie par Lombard, le doigt n'était jamais en complète extension, mais toujours un peu plié, afin d'empêcher le glissement de l'anneau de cuir d'où part la petite corde qui soutient le poids. Il y avait, par conséquent, dans la technique même, une première cause probable des oscillations, c'est-à-dire la variabilité de la tension initiale du muscle à chaque soulèvement; car, comme Mosso l'a signalé, l'extensibilité du muscle qui travaille varie presque toujours notablement, quelquefois en diminuant, plus souvent en augmentant.

Puisque la vis de soutien du chariot enregistreur n'était pas déplacée pendant l'expérience, il était naturel que, le muscle devenant plus extensible par la fatigue, une partie de sa contraction tombât à vide, sans effet externe, et que, par conséquent, il se trouvât placé dans la condition de repos relatif, ce qui permettait les reprises périodiques successives.

Ces mêmes considérations expliquent aussi pourquoi, chez les individus faibles, enfants, vieillards, diabétiques, convalescents, dont les muscles s'étendent d'une façon exagérée par une courte fatigue, la courbe ergographique à poids constant se compose de peu de soulèvements, ou, si on lui donne une tension initiale convenable, elle procède à l'infini, pendant que la hauteur des soulèvements diminue d'une manière très limitée, sans que le phénomène de Lombard paraisse. Quoique j'aie multiplié les observations sur des sujets normaux ou malades avec l'ergographe modifié, je n'ai jamais rien rencontré qui pût me rappeler les oscillations périodiques.

Je possède beaucoup de tracés ergographiques obtenus avec le nouvel ergographe par des individus affectés de maladies nerveuses de différentes natures : névrites périphériques d'origine toxique variée, formes d'ataxie locomotrice intéressant ou non le groupe musculaire qui travaille à l'ergographe, paralysies agitantes, formes d'hémiplégie

et formes aneurismatiques diffondues à l'écorce cérébrale. Il me semble que l'étude de celles-ci et d'autres affections typiques, où l'un ou l'autre engrenage est soustrait au fonctionnement harmonique de l'appareil neuromusculaire, devrait donner des éléments nouveaux pour une connaissance plus intime du travail musculaire volontaire. En effet, j'ai déjà eu l'occasion de remarquer certaines altérations caractéristiques de la fonction, et j'espère les publier prochainement. Mais, jusqu'à présent, l'ergogramme s'est présenté à moi toujours avec son type fondamental, c'est-à-dire celui de l'inépuisabilité pratique du muscle en travail volontaire. Et il ne faut pas oublier que l'inépuisabilité du muscle à la réaction ergographique a été aussi relevée par les cliniciens, précisément dans la maladie nommée *myasthenia gravis pseudoparalitica*, de nature inconnue jusqu'à présent, mais clairement caractérisée par une extrême faiblesse musculaire. Dans aucun cas, je n'ai observé d'indication qu'on pût interpréter comme un affaiblissement de la faculté psychique de contracter volontairement le muscle.

Cependant, même chez l'homme normal, après le travail très prolongé de l'avant-bras, si l'on évite au moyen d'un prompt massage ou d'un bain tiède qu'il survienne de la rigidité musculaire [1], on observe souvent des altérations fonctionnelles très intéressantes, qu'on pourrait considérer comme de vrais phénomènes de paralysie. On ne parvient pas à contracter le biceps et l'on n'arrive à porter l'avant-bras derrière la tête qu'en inclinant fortement celle-ci et en donnant à tout le membre un mouvement énergique, par lequel l'avant-bras, jeté en haut et en arrière, se plie grâce à son propre poids. Tout degré de flexion active de l'avant-bras sur le bras est interdit; on ne peut porter la cuillère à la bouche, tenir le bras dans la position de très légère flexion qui est nécessaire habituellement pour serrer la main à autrui, ou pour boutonner une manchette au bras opposé; et, en écrivant, la gêne est extrême; on ne parvient à faire cet acte qu'à condition que le coude appuie entièrement et solidement sur la table et glisse sur celle-ci pour suivre la ligne. Une comparaison entre l'écriture d'un même individu, avant et après l'expérience, peut être intéressante; j'en donne un exemple (fig. 10).

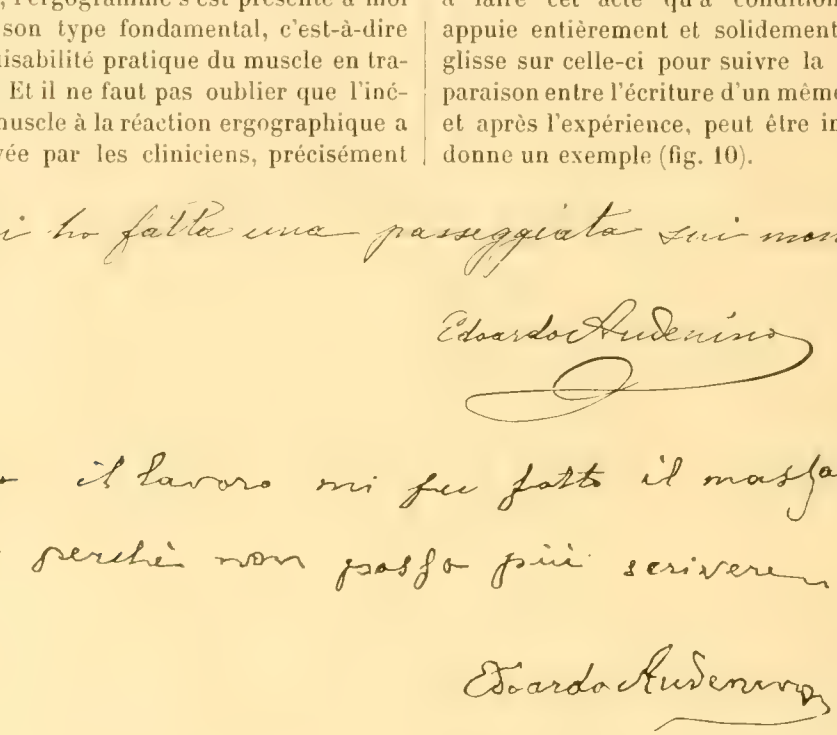


Fig. 10. — A, *écriture normale*; B, *écriture après un long travail des muscles fléchisseurs de l'avant-bras.*

Cette forme d'impuissance fonctionnelle est absolument exempte de toute trace de douleur; elle peut durer jusqu'à cinq et six heures. Puisque le travail n'a pas cessé par impossibilité du muscle à continuer, mais qu'il a été interrompu volontairement, et que, de plus, le travail peut être repris dans les mêmes conditions où il a été laissé, il faut conclure que les troubles dans le mouvement s'observent seulement quand on est obligé de vaincre de très légères résistances; et nous devrons en chercher la raison dans le principe que les centres qui règlent la contraction musculaire impriment au muscle des excitations motrices d'intensité proportionnée aux excitations centripètes que le sens des résistances leur a envoyées. De même que le tissu musculaire, le tissu nerveux central se fatigue; on sait que les réflexes d'une grenouille empoisonnée avec de la strychnine sont constitués par des secousses tétaniques d'abord, puis cloniques, et que, lorsque cette réaction réflexe a cessé, on ne

[1] Ces précautions ne sont pourtant pas nécessaires chez les individus très entraînés; chez ceux-ci, les inconvénients dus à la rigidité musculaire sont très atténués, et quelquefois ils ne paraissent point.

peut en obtenir d'autre si l'on ne laisse s'écouler un certain temps, durant lequel les centres se remettent de la fatigue supportée ; une autre manifestation de fatigue dans les centres, c'est que le réflexe ne peut être provoqué, sinon par des excitations notablement plus intenses que celles qui étaient d'abord suffisantes ; et nous aurions précisément un fait de cette nature dans l'incapacité des centres musculaires à répondre d'une manière adéquate à des sensations de résistance minime, comme celles qu'on éprouve à soulever les membres sans aucun poids, à écrire. C'est là, selon moi, parmi les conséquences d'un travail maximal prolongé, l'unique phénomène nettement constaté qu'on puisse, suivant toute probabilité, rapporter exclusivement à la fatigue des centres nerveux.

Mais la participation des centres spinaux à la régularisation de la fonction motrice ne se manifeste pas seulement de cette façon.

En effet, la sensation de la résistance assure encore l'économie du travail volontaire parce qu'elle influe sur la fréquence que le sujet donne spontanément au rythme des contractions, plus encore que l'état même de fatigue dans lequel le sujet se trouve. J'ai fait des recherches sur les conditions qui déterminent le rythme spontané dans le travail ergographique volontaire ; les résultats expérimentaux les plus importants que j'ai obtenus sont les suivants :

1° Dans le travail ergographique volontaire, il s'établit spontanément un rythme ;

2° La fréquence de ce rythme dépend du poids ; mais, à parité du poids, il est sensiblement constant ;

3° Le rythme spontané est plus lent que le rythme commandé, à peine suffisant pour permettre une production constante de travail. Il permet une production constante de travail même avec des poids très lourds ;

4° Si, au commencement de l'expérience, on invite le sujet à suivre un rythme donné et qu'on cesse ensuite d'indiquer ce rythme, le sujet ne le maintient pas, mais il tend à prendre son rythme spontané habituel, alors même que celui-ci est plus fréquent que le rythme initial ;

5° L'entraînement n'exerce pas une influence sensible sur le rythme spontané.

Avec ces lois s'accorde d'une manière très satisfaisante l'observation faite par M. Oliaro, à propos de la marche. Ayant repris les expériences de Weber et de Marey sur les conditions qui déterminent le rythme de la marche, il vit que, dans la marche à rythme commandé, à une fréquence donnée correspond une longueur maximum du pas, et il trouva que cette fréquence et cette longueur correspondent avec celles que le sujet prend spontanément dans sa marche habituelle.

V

Jusqu'à présent, nous avons considéré comment la production de travail externe volontaire procède par un rythme commandé ou spontané, avec une charge constante ou avec un poids variable, de manière à permettre à chaque contraction la plus grande quantité de travail. — Mais on peut étendre les recherches en adoptant des poids différents qui permettent une ample graduation dans la fréquence du rythme, sans se préoccuper si le mouvement, à cause du rythme trop fréquent, ne peut pas atteindre toute son ampleur. Ces conditions d'expérience furent celles choisies par MM. A. Broca et Ch. Richet, afin d'étudier comment la puissance du muscle peut varier, savoir la quantité de travail qu'un muscle peut exécuter en régime permanent par seconde avec des poids divers (de 200 à 1.200 grammes, toujours de façon à exiger un petit effort) et avec des rythmes divers (de 100 à 200 contractions par minute). Le développement de la plus grande puissance possible en travail permanent a correspondu au poids de 1.200 grammes, à la fréquence de 250 par minute, avec une production de travail de 144 kilogrammètres à l'heure. Avec la méthode ergographique originale à poids constants et avec le rythme commandé de 2", M. Maggiora obtenait avec 6 kilogs une production de travail qui correspondait à 34 kilogrammètres par heure. En travaillant à l'ergographe modifié avec le poids de 3 kilogs, j'assumais spontanément le rythme de 28 contractions par minute, qui me permettait la continuation infinie du travail ; la hauteur des soulèvements étant d'environ 40 millimètres, le travail exécuté par moi était de presque 201,6 kilogrammètres par heure. Avec le poids de 5 kilogs, le travail résultant était de 270 kilogrammètres par heure ; avec le poids de 6 kilogs, j'eus comme résultat presque 243 kilogrammètres par heure.

Donc la puissance musculaire en régime permanent, considérée dans l'espace d'une minute ou d'une heure, dans le travail rythmique spontané, avec des poids qui pourtant exigent une intensité d'excitation assez remarquable, peut être aussi et même plus élevée qu'avec les petits poids et les grandes fréquences adoptées par A. Broca et Ch. Richet. Il serait utile, pour compléter ces conclusions, d'étudier quel cours suit la fatigue nerveuse dans l'ergogramme obtenu avec la méthode de ces auteurs, où le facteur essentiel devrait être, non pas la valeur de la résistance, mais la fréquence du rythme.

Dans un deuxième article, j'exposerai mes recherches sur la fatigue nerveuse.

Dr Zacharie Treves,
Privat-docent à l'Université de Turin.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Charbonnier (Commandant P.), *Chef d'escadron d'Artillerie coloniale.* — **Traité de Balistique extérieure**, 2e *éd.* — 1 *vol. in-8° de* 592 *p.* (*Prix* : 25 *fr.*) *Librairie polytechnique Ch. Béranger*, 15, *rue des Saints-Pères. Paris*, 1904.

S'il est une chose qui paraisse surprenante à ceux qui commencent à étudier la Balistique extérieure, c'est sans doute de voir combien peu les nombreuses recherches, faites sur ce problème depuis plus d'un siècle, ont eu de conséquences pratiques. Cela tient peut-être à ce que la plupart des auteurs, préoccupés surtout d'un des côtés du problème ou d'un procédé particulier, ont peu cherché à résumer, pour eux-mêmes et pour leurs lecteurs, l'état de la question, à mettre en évidence ce qui est exigé pour les applications, et à faire ressortir, avec les rapports qui existent entre les méthodes proposées, les limites du domaine de chacune d'elles. A ce point de vue, l'ouvrage du commandant Charbonnier présente un caractère tout spécial et permet d'espérer des résultats nouveaux.

A la Balistique extérieure se rattachent, on le sait, deux études bien distinctes. La première, ayant pour objet les recherches théoriques relatives aux lois mêmes de la résistance de l'air, touche aux difficultés les plus importantes de la mécanique des fluides : elle est encore trop peu avancée pour servir de base aux travaux des praticiens.

La seconde, empruntant à l'expérience des principes vérifiés sous certaines conditions et dans des intervalles connus, supplée ainsi à l'insuffisance de la théorie et s'efforce d'obtenir ensuite, soit en toute rigueur, soit, dans tous les cas, avec une approximation suffisante, les données nécessaires aux applications. On conçoit que la nature expérimentale et, en quelque sorte, provisoire des principes employés impose, pour leur mise en œuvre correcte, des obligations dont il est essentiel de tenir compte.

Ainsi, pour calculer le mouvement du centre de gravité d'un projectile, la résistance de l'air est assimilée, d'après l'ensemble des expériences, au produit de deux facteurs : le premier, sans relation avec la vitesse, et donnant seul l'influence de la forme, tant que celle-ci, du moins, varie assez peu; l'autre, au contraire, lié à la vitesse et à peu près indépendant de la forme, mais sans représentation analytique précise.

Sur ces bases sont établies les équations différentielles du mouvement, et l'une d'elles, qui contient toutes les difficultés d'analyse proprement dite, est du premier ordre : c'est l'équation de l'hodographe. Il est aisé de la réduire à un type, intéressant à plusieurs égards, et qui, depuis Abel, a donné lieu à de nombreuses recherches : c'est, au point de vue formel, le plus simple qu'on puisse rencontrer après l'équation de Riccati. Mais, si l'on sait intégrer ces équations dans un grand nombre de cas, on est bien loin d'en posséder une théorie générale, c'est-à-dire de connaître les caractères communs aux solutions des équations de cette espèce. C'est en cela que la nature expérimentale des lois de la résistance de l'air joue un rôle essentiel; elle oblige, en effet, à regarder la fonction de résistance comme étant de forme analytique indéterminée, en sorte que les seules méthodes d'intégration qui pourraient être utiles au praticien, en restant d'une rigueur absolue, sont celles qui utiliseraient uniquement les propriétés du type d'équation dont il s'agit, et non celles d'une équation particulière appartenant à ce type.

En l'absence de pareilles méthodes, il ne peut être fait usage que d'approximations numériques, et la point est seulement de les choisir dans chaque cas de la façon la plus judicieuse.

Cela explique comment l'auteur est conduit à diviser en plusieurs autres un sujet en apparence très homogène. Ces divisions sont naturelles, étant justifiées par la nature des difficultés à résoudre et des méthodes pratiquement applicables.

Dans un premier livre, l'auteur établit les équations du problème, en ce qu'il a de plus important, et, laissant à la loi de la résistance de l'air l'indétermination qui convient, il en déduit quelques propriétés générales des trajectoires et du mouvement.

Le livre suivant est consacré à une partie en quelque sorte historique du sujet. Il s'agit des hypothèses simples que l'on peut faire sur l'expression de la résistance, pour être en mesure d'intégrer l'équation de l'hodographe, et, par suite, de réduire tout le problème à des quadratures. Quelques-unes de ces hypothèses sont connues depuis Euler et Bernoulli; un grand nombre d'autres pourraient être indiquées aujourd'hui. En traitant les plus usuelles, l'auteur ne s'écarte pas des principes auxquels il s'est attaché. Son but n'est pas, en effet, de calculer des trajectoires entières, en remplaçant la résistance de l'air par une fonction de la vitesse qui se prête à l'intégration; mais il s'agit de donner des moyens commodes d'effectuer les calculs par arcs successifs, le long desquels les lois de résistance admises sont de même espèce et de coefficients différents. La loi du cube, étudiée d'abord par Greenhill, est, semble-t-il, celle qu'il serait le plus intéressant d'appliquer pour ces approximations, et les fonctions elliptiques, auxquelles elle conduit, sont devenues assez maniables pour tenter peut-être les praticiens.

Toutefois, les véritables ressources dont on dispose consistent surtout dans la séparation des divers cas et la définition précise de leurs caractères : c'est l'objet des livres III et IV. Le premier cas, et le plus utile, est celui du tir de plein fouet, dans lequel les tangentes à la trajectoire font, avec une direction fixe, des angles dont les variations sont assez faibles. Une méthode proposée par l'auteur conduit alors avec rapidité à des résultats précis : elle consiste à développer les lignes trigonométriques qui contiennent l'inclinaison de la tangente sur l'horizon, selon les puissances de l'inclinaison elle-même, sans faire d'ailleurs aucune hypothèse particulière sur la résistance de l'air. Les deux premiers termes des séries assureraient presque toujours une approximation bien suffisante; mais le calcul exige, pour convenir à la pratique, des tables dont quelques-unes ne sont pas encore achevées. L'auteur rapproche ses résultats, sur ce point, de ceux qui sont dus à Siacci et qui ont ouvert la voie aujourd'hui suivie par la Balistique extérieure. Ces derniers impliquent un mode de calcul dont l'approximation est plus difficile à contrôler et à augmenter; ils sont liés d'ailleurs, dans l'exposé de Siacci, à une hypothèse qui n'est, au fond, pas nécessaire, en sorte que le progrès réalisé depuis lors est manifeste.

Comme une trajectoire quelconque est toujours de plein fouet entre deux de ses points dont la distance n'est pas trop grande, on conçoit comment la méthode précédente s'applique toujours, pourvu qu'on décompose en plusieurs arcs l'amplitude complète de la trajectoire.

Dans l'étude du tir de plein fouet, la première approximation était donnée par un mouvement simple;

de même, dans les autres cas intéressants pour la pratique, la première approximation est donnée par le cas d'intégration immédiate le plus voisin, et, par exemple, pour le tir courbe à faible vitesse, par le mouvement dans le vide.

Tous ces résultats exigent encore certaines corrections pour être utilisés. Il existe, en effet, des phénomènes secondaires, variations de la densité de l'air et de la gravité avec l'altitude, rotation de la Terre, convergence des verticales, etc., que la théorie néglige d'abord, pour les traiter ensuite comme des perturbations. Après avoir examiné chacune d'elles, l'auteur aborde enfin l'étude du mouvement du projectile autour de son centre de gravité et celle de la dérivation qui en dépend. Sur ce point, M. le commandant Charbonnier s'est borné à présenter, avec brièveté, les résultats déjà connus. Cette partie du problème, si intéressante au point de vue géométrique et mécanique, a, en effet, pour la pratique, une importance plus restreinte, d'après laquelle il est naturel de mesurer la place qui lui est accordée.

Un dernier chapitre est consacré aux phénomènes sonores qui accompagnent le coup de canon. On comprend que ceux-ci, produits surtout par le déplacement du projectile, sont liés à la résistance de l'air, en sorte qu'une étude mécanique ne peut logiquement séparer les deux questions; mais le but visé par l'auteur est différent. La théorie qu'il donne est purement cinématique et ne tend qu'à mettre le lecteur en possession des éléments nécessaires à une fort ingénieuse application des phénomènes sonores dont il s'agit, je veux parler de la mesure des vitesses des projectiles par les interrupteurs électro-acoustiques du colonel Gossot.

En résumé, l'ouvrage du commandant Charbonnier est un exposé très méthodique et simple de l'état actuel de la Balistique extérieure. Le choix des méthodes, selon les circonstances et les limites de leur emploi, est indiqué avec un soin particulier; quelques-unes de celles-ci sont nouvelles, soit dans leurs principes, soit dans la manière de les présenter; le souci de conduire le lecteur jusqu'aux applications numériques apparaît pour ainsi dire à chaque page. Ce livre sera, croyons-nous, un guide précieux et clair pour tous ceux qui, par curiosité ou par devoir professionnel, s'intéressent aux choses de la Balistique extérieure.

R. Liouville,
Ingénieur en chef des Poudres et Salpêtres.

2° Sciences physiques

Boy de la Tour. — Traité pratique des installations d'Eclairage électrique. — *Adaptation française de l'ouvrage de* MM. Hergog et Feldmann : **Handbuch der elecktrischen Beleuchtung.** — *1 vol. in-8° de 548 pages et 432 figures. (Prix : 25 fr.). Ch. Béranger, éditeur. Paris,* 1904.

L'ouvrage que M. Boy de la Tour nous rend le service de présenter au public français est d'une catégorie un peu particulière, qu'il y aurait grand intérêt à voir se développer : ce n'est ni une traduction exacte, ni une œuvre entièrement personnelle ; c'est, ainsi que l'auteur nous l'indique, une *adaptation.* Non seulement le lecteur français a certaines habitudes de forme, de langage ou de notation qu'il est heureux de retrouver dans l'étude d'un ouvrage étranger, mais encore, lorsqu'il s'agit non pas de science pure, mais, comme ici, d'applications très pratiques et très courantes, on doit désirer trouver dans un livre un guide utile pour la connaissance et l'emploi du matériel que l'on a sous la main et non d'un matériel étranger. C'est donc une très heureuse idée qu'a eue M. Boy de la Tour de concilier toute la haute valeur du travail de MM. Hergog et Feldmann avec ce qu'a pu lui suggérer de plus intéressant son expérience personnelle.

Un premier chapitre, de plus de cent pages sur les cinq cents de l'ouvrage, est consacré à l'étude, théorique et pratique, des sources de lumière électrique : incandescence et arc. Au point de vue théorique, la photométrie des lampes est le point le plus important : nous regrettons que l'auteur ait conservé le rapport 9,08 de la Carcel à l'Hefner, rapport qui a été fixé définitivement à 10,9 par les mesures très concordantes de M. F. Laporte, exécutées au Laboratoire central d'Electricité; quant au point de vue pratique, il est largement représenté par l'étude approfondie de la fabrication, de l'entretien, du mode de fonctionnement et l'utilisation pour les différents éclairages des lampes, soit à arc, soit à incandescence.

Les chapitres suivants dépassent de beaucoup le champ l'étude limité aux questions d'éclairage : ils constituent un traité complet, quoique nécessairement très résumé sur certains points, de la génération et de la distribution de l'énergie électrique. La dynamo elle-même est étudiée, mais au point de vue de l'exploitant et non du constructeur. Deux chapitres sont consacrés à la construction des canalisations et aux systèmes de distributions ; le premier a surtout en vue les grandes canalisations, et nous aurions aimé trouver de plus longs développement sur la question si importante des installations à l'intérieur des maisons ou appartements, auxquelles une quinzaine de pages seulement sont consacrées; quant au second, on y trouvera non un exposé complet des systèmes de distribution, mais un résumé très utile de ces systèmes; signalons une étude sommaire des canalisations affectées de réactance et de capacité. Un chapitre est consacré à l'appareillage et aux instruments de mesure, un autre à l'isolement des canalisations au repos et en marche. Enfin, l'ouvrage se termine par deux chapitres fort importants, où l'on trouvera de nombreuses données numériques, en particulier au point de vue du prix des appareils ou des machines, et une étude descriptive de quelques installations existantes.

Tel est l'ouvrage, fort sérieux et fort bien documenté, que M. Boy de la Tour recommande aux jeunes électriciens, élèves de nos écoles techniques, aux ingénieurs mécaniciens, et plus généralement à tous les industriels qui font usage de dynamos ou d'éclairage électrique ; bref, à tous ceux qui ont soit à étudier, soit à exploiter un réseau : nous ne saurions mieux faire que de joindre notre recommandation à la sienne.

Paul Janet,
Professeur à l'Université de Paris,
Directeur du Laboratoire central
et de l'Ecole Supérieure d'Electricité.

Lezé (R.), *Professeur à l'Ecole Nationale d'Agriculture de Grignon.* — **Les Industries du Lait.** — *2e édition revue et augmentée. 1 vol. de la Bibliothèque de l'Enseignement agricole. (Prix : 6 fr.) Firmin-Didot et Cie, éditeurs, Paris,* 1904.

Le volume dont M. Lezé vient de publier une seconde édition est déjà très connu et très apprécié des chimistes et des industriels, ce qui est dû, évidemment, à la grande compétence de ce savant distingué dans toutes les questions qui intéressent l'industrie laitière. Nous n'insisterons donc, d'une manière spéciale, que sur les parties de son travail où l'auteur a modifié sa première édition.

Constatons, auparavant, que, si l'industrie laitière a fait de grands progrès en France et si notre pays reste un des plus favorisés par son climat et sa situation géographique pour se livrer à cette industrie, nous avons vu, depuis quelques années, de graves symptômes économiques se manifester, et nos exportations ont baissé par suite de la concurrence que font à notre industrie le Danemark, la Suède, la Norvège, la Hollande, etc. Autrefois, nous trouvions un débouché considérable de nos beurres en Angleterre et en Amérique. Actuellement, ces marchés avantageux nous sont chaudement disputés, non seulement par les autres pays producteurs européens, mais aussi par l'Australie, la Nouvelle Zélande, etc., qui, grâce aux progrès réa-

lisés dans les transports frigorifiques, peuvent expédier au loin leur production.

Au point de vue économique, il est intéressant aussi de constater que, si l'industrie laitière a fait la fortune du Danemark, cela tient en grande partie à ce que les producteurs ont su s'y grouper, ce qui, au point de vue des progrès industriels, du contrôle scientifique, de l'organisation commerciale, leur a procuré les plus grands avantages.

Examinons maintenant les modifications que l'auteur a fait subir à sa première édition.

Dans le chapitre consacré aux altérations du lait, M. Lezé a ajouté une étude très intéressante et originale sur l'acidification du lait. Il a suivi la marche de l'acidification et cherché à se rendre compte des modifications que subit le lait au fur et à mesure que l'acidité s'accroît. Il a constaté ce fait curieux que, si on coagule le lait par l'addition de sel marin, l'acidité totale produite se partage toujours en deux parts égales : l'une dans le sérum et l'autre dans le coagulum. M. Lezé présente diverses explications ingénieuses de ce curieux phénomène. Ce qui paraît le plus nettement établi, c'est que la caséine se modifie au fur et à mesure que l'acidité croît.

M. Lezé a dû apporter des modifications à la partie de l'ouvrage traitant de la pasteurisation et de la stérilisation du lait, car les appareils permettant d'effectuer ces opérations se sont accrus ou ont été modifiés. Un des appareils nouveaux les plus ingénieux est l'appareil imaginé par M. Hignette pour la stérilisation en bouteilles. Dans cet appareil, le lait est complètement isolé du contact de l'air par l'interposition d'un bouchon fusible constitué par de la paraffine.

Rien de particulier à relever dans les chapitres traitant de la fabrication du beurre et du fromage, si ce n'est qu'à la suite de ces chapitres M. Lezé montre que l'industrie fromagère, si longtemps abandonnée à la routine, devient l'objet d'intéressantes études scientifiques. Celles-ci ont porté principalement sur les micro-organismes qui produisent les transformations du caillé. Il est certain que la connaissance plus complète des diverses moisissures et bactéries qui donnent à chaque fromage son goût spécial et qui en déterminent la maturation, permettra de perfectionner la fabrication, de la régulariser et d'éviter les fermentations défectueuses en procédant à des ensemencements avec des cultures pures. Mais M. Lezé pense que l'étude chimique des phénomènes qui produisent la maturation peut être non moins fructueuse que leur étude bactériologique et que le concours du chimiste pourrait permettre au fromager de produire avec rapidité et sûreté certaines transformations de la caséine qui caractérisent les diverses variétés de fromages.

Enfin, M. Lezé a terminé son ouvrage en donnant quelques indications sur l'industrie de la caséine. Le principe azoté du lait est devenu le point de départ d'industries nouvelles fort intéressantes. Les unes utilisent la caséine comme matière première pour la préparation de produits alimentaires très nutritifs; les autres transforment la caséine en une substance analogue à la corne et susceptible de nombreuses applications industrielles.

Nous avons résumé rapidement les points qui nous ont paru les plus nouveaux et les plus instructifs de l'ouvrage de M. Lezé, dont la lecture est à recommander à tous ceux qui souhaitent de voir progresser l'industrie laitière en France.

X. Rocques,
Ingénieur chimiste,
Ancien chimiste principal
du Laboratoire municipal de Paris.

Bouant (Emile), *Professeur au Lycée Charlemagne.* — **Cours de Chimie.** 3e *fascicule :* **Chimie générale, Analyse chimique, Compléments de Chimie organique.** — 1 *vol. in*-16. (*Prix : 3 fr.*). *Félix Alcan, éditeur, Paris,* 1904.

3° Sciences naturelles

Las Plagas de la Agricultura (Les Plaies de l'Agriculture), *publié par la Commission de Parasitologie agricole mexicaine.* — 1 *vol. gr. in*-8° *de* 705 *pages avec* 16 *planches. Secretaria de Fomento, Mexico,* 1904.

L'agriculture et l'exploitation des mines forment les deux principales sources de richesses du Mexique. Mais là, comme en beaucoup d'autres pays, le développement normal de la première a plus d'une fois risqué d'être entravé par l'invasion de ces terribles maladies parasitaires, animales ou végétales, contre lesquelles les planteurs sont trop souvent désarmés. Justement préoccupé de cet état de choses, le Gouvernement a institué en 1900 une Commission de Parasitologie agricole, à la tête de laquelle se trouve M. A. L. Herrera, professeur à l'Ecole Normale de Mexico, et qui s'est, depuis lors, efforcée de combattre par tous les moyens les plaies qui désolent les exploitations agricoles.

La Commission a d'abord jugé utile de faire connaître aux agriculteurs les principales maladies qui sont susceptibles de se développer sur leurs plantations et de leur indiquer en même temps les procédés les plus efficaces pour en détruire les agents de propagation. C'est le but du livre que nous analysons : nous y trouvons en effet, réunies, par ordre alphabétique, les descriptions d'un grand nombre d'ennemis, végétaux ou animaux, des diverses cultures, de leur mode de développement et des moyens les plus sûrs de s'en débarrasser, le tout illustré de fort belles planches qui complètent heureusement le texte. L'ouvrage est destiné à être répandu gratuitement parmi les agriculteurs mexicains, il se complète dès aujourd'hui périodiquement par la publication d'un *Bulletin de Parasitologie agricole*, renfermant toutes les nouveautés sur la question, et distribué de même sur une échelle étendue.

Nous avons pensé qu'il y avait lieu de signaler cette intelligente initiative et de féliciter le Professeur Herrera et ses collaborateurs de l'œuvre scientifique et pratique à laquelle ils se sont dévoués. L. B.

Macoun (John). — **Catalogue of Canadian Birds.** *Parts I et II.* (*Prix : 5 francs*), *Dawson, éditeur. Ottawa,* 1904.

Dans ce catalogue, l'auteur a rassemblé tous les renseignements qu'il a pu recueillir concernant la présence, les mœurs et la nidification des Oiseaux de la partie nord du continent américain, c'est-à-dire le Canada, Terre-Neuve, le Groenland et l'Alaska, soit qu'ils y résident d'une façon continue, soit qu'ils s'y rencontrent seulement comme émigrants ou qu'ils la traversent dans leurs voyages. Le premier fascicule renferme les ordres des Pygopodes, Longipennes, Tubinares, Stéganopodes, Anseres, Herodiones, Paludicoles, Limicoles, Gallinés et Columbides; le second fascicule, les ordres des Raptores, Coccyges, Pics, Macrochires, et une partie des Passereaux, soit en tout plus de 500 espèces; l'ouvrage sera complété par un troisième fascicule, qui contiendra l'index général.

La classification adoptée n'est pas absolument scientifique, semble-t-il; ainsi les Nocturnes de proie (Strigidés et Bubonidés) sont placés à la suite des Rapaces diurnes (Vautours et Falconides), alors que les ornithologistes s'accordent pour éloigner beaucoup ces deux groupes. L'auteur a évidemment voulu grouper ses espèces d'une façon pratique, d'après leurs mœurs ou leur habitat, en laissant au second plan les affinités possibles des groupes. Chaque article est très complet, très documenté, et comprend le détail de la distribution géographique dans les régions précitées, ainsi que des notes sur le régime et l'époque de la ponte; le nom vulgaire est indiqué pour chaque Oiseau en même temps que le nom latin, mais sans synonymie.

L. Cuénot,
Professeur à l'Université de Nancy.

Travaux de la Station de recherches relatives à la Pêche maritime à Ostende. *Fasc. I. — Jules de Meester, Roulers et Bruxelles*, 1904.

On aurait pu s'attendre à trouver dans ce recueil des renseignements sur la biologie des poissons; mais la Belgique a adhéré à l'organisation internationale pour l'étude biologique de la mer du Nord, et la création d'une station maritime isolée, à Ostende, livrée à ses seules modestes ressources, eût fait double emploi pour elle. Son but a été différent et plus directement pratique. D'après le premier fascicule de ses travaux, la Station d'Ostende est surtout destinée à étudier les moyens d'utilisation des produits de la pêche; et ce sont les premiers résultats qui paraissent. Ce sont des études sur l'insaponifiable des huiles et des graisses, sur l'emploi de la sciure de bois dans l'industrie des huiles et du guano de poisson, sur les conserves de poissons, sur les huiles d'esprot et de foie de morue, sur le noircissement de la vase de mer. On voit par cette énumération les tendances à la fois utilitaires et théoriques de la Station d'Ostende, et les services qu'elle peut rendre et aux producteurs et aux consommateurs dans l'industrie de la pêche maritime.

A. Briot,
Docteur ès sciences,
Chef des Travaux pratiques de Zoologie
à la Faculté des Sciences de Marseille.

4° Sciences médicales

Sabouraud (Dr R). *Chef du laboratoire de la Ville de Paris à l'Hôpital Saint-Louis.* — **Les Maladies du cuir chevelu.** *Tome II* : **Pityriasis et Alopécies pelliculaires.** — 1 *vol. gr. in-8° de* 715 *pages avec* 122 *figures.* (*Prix* : 22 *fr.*). *Masson et Cie, éditeurs. Paris*, 1904.

Après avoir minutieusement étudié la séborrhée et les maladies séborrhéiques, dans le premier volume de son *Traité des maladies du cuir chevelu*, M. Sabouraud aborde aujourd'hui l'étude des maladies desquamatives, c'est-à-dire du pityriasis, des états pelliculaires du cuir chevelu et des alopécies qu'ils entraînent. M. Sabouraud est certainement un des esprits les plus curieux de l'Ecole dermatologique française actuelle. A une époque où la méthode scientifique allemande semble s'être généralisée partout, où le souci de la documentation, l'amas de matériaux, plus ou moins bien digérés, la bibliographie trop complète, viennent alourdir la plupart des publications médicales et les transformer souvent en simples compilations, M. Sabouraud s'est soucié avant tout d'être original, d'être vraiment lui-même. Il s'est toujours efforcé de se faire une conception personnelle des choses, fondée sur ses propres expériences, qu'il a toujours poursuivies avec une parfaite méthode de travail, avec un soin et une minutie scrupuleux et avec la plus grande probité scientifique. Toutes ces qualités d'originalité, de méthode et de clarté se retrouvent dans son nouvel ouvrage, qui vient modifier complétement bien des idées régnantes à l'heure actuelle sur la conception du pityriasis, des séborrhéides et du psoriasis.

Pour répondre à certains esprits chagrins, qui lui reprochaient de négliger trop systématiquement la bibliographie, pour montrer que les techniciens de laboratoire n'ignorent pas ce qui a été écrit avant eux sur les sujets dont ils traitent, par coquetterie intellectuelle peut être, pour montrer aussi ce que peut être la bibliographie lorsqu'il veut bien en faire, M Sabouraud a placé en tête de son ouvrage un historique du pityriasis en près de 300 pages, dont le plus grand éloge qu'on en puisse faire est de dire que non seulement on le lit, ce qui est déjà rare pour un historique, mais qu'on le lit avec un intérêt et avec un profit indéniables. Par l'ampleur qu'il a su donner à l'exposé et à la critique raisonnée des théories successivement émises à propos du pityriasis, et des rapports qui l'unissent à trois grands autres types dermatologiques : psoriasis, séborrhée et eczéma, l'auteur a écrit en quelque sorte une grosse partie de l'histoire dermatologique générale, mais une histoire vivante et qui ne se propose que de rendre plus intéressante et plus compréhensible la dermatologie descriptive, telle qu'on l'a écrite jusqu'à nos jours. Avec une philosophie quelque peu étonnée, M. Sabouraud constate que, depuis deux mille ans que Celse commença à parler du pityriasis, tant d'études, tant de traités, tant de volumes ou de monographies consacrés à cette dermatose n'aboutissent qu'à six opinions dissemblables, qu'on voit revenir périodiquement, par une sorte de jeu de bascule, sans qu'aucune d'elles ait jamais réussi à s'imposer définitivement. Il est impossible, même en cherchant bien, de trouver une septième théorie défendable. Disons tout de suite que M. Sabouraud se rattache franchement à l'une d'entre elles : celle qui fait du pityriasis une maladie à évolution spécifique, particulière, et qu'il la renouvelle entièrement en l'appuyant à la fois par la clinique, la bactériologie et l'anatomie, « mais en donnant à l'anatomie et à la bactériologie seules, c'est-à-dire à l'expérimentation, le droit de conclure ».

Pour M. Sabouraud, le pityriasis constitue une entité morbide bien définie; il se présente, sous sa forme ordinaire, comme une maladie localisée presque absolument aux régions pilaires et surtout au cuir chevelu et à la région médiane du thorax. Il est caractérisé par la présence de squames sèches, peu adhérentes, superficielles, sans réaction inflammatoire sous-jacente d'aucune sorte, sans rougeur ni exsudation. Bactériologiquement, il doit être considéré comme une mycose, due à un épidermophyte particulier, jusqu'ici incultivable : la spore de Malassez, ou bacille-bouteille de Unna. Ce parasite, que l'on trouve toujours dans la squame du pityriasis, est, en effet, un parasite cryptogamique et qui, à l'heure actuelle, ne se cultive pas hors de l'épiderme corné de l'homme.

A côté de ce type habituel, normal, de pityriasis à squame sèche, il existe un type clinique différent : c'est le pityriasis gras, que M. Sabouraud appelle : « pityriasis stéatoïde ». Il est caractérisé par des squames graisseuses, adhérentes, qui ne se détachent que difficilement; la squame sèche de tout à l'heure a subi une infiltration séreuse, qui est due à une infection de surface par des staphylocoques, surajoutée à l'infection pityriasique première. Ce type correspond à l'eczéma séborrhéique de Unna et au groupe des séborrhéides et plus particulièrement des séborrhéides psoriasiformes de l'école dermatologique française. Mais, pour M. Sabouraud, il doit bien être rattaché au pityriasis, et l'auteur est amené, pour étayer son opinion, à faire une étude clinique et histologique du psoriasis et de l'eczéma, et à montrer les différences qui existent entre ces dermatoses et son pityriasis stéatoïde. Au point de vue clinique, il est intéressant de signaler que ce pityriasis stéatoïde entraîne l'existence d'alopécies pelliculaires, surtout chez la femme. Vers vingt-cinq ans, la femme qui en est atteinte voit s'établir une alopécie qui va évoluer lentement, d'une façon chronique et progressive, et gagner le sommet de la tête, les tempes et la région rétro-auriculaire.

La dernière partie de l'ouvrage comprend l'exposé de la thérapeutique des pityriasis; l'auteur y étudie minutieusement le traitement de chacune des formes de cette dermatose; d'une façon générale, le traitement par les goudrons s'applique aux squames sèches, tandis que le traitement soufré est celui qui convient aux squames grasses. On retrouve dans cette partie thérapeutique le sens clinique et le résultat de la grande expérience personnelle de M. Sabouraud.

Nous n'avons pu, au cours de cette rapide analyse, que donner un aperçu très succinct de cet ouvrage remarquable, qui résume plusieurs années de travail; il sera lu avec fruit par tous ceux qui s'occupent de questions médicales et par tous ceux aussi qui ont

quelque raison personnelle pour prendre un intérêt spécial à la thérapeutique des alopécies et des affections du cuir chevelu. Dr L.-M. Pautrier.

5° Sciences diverses

Raffalovich (Arthur), *Correspondant de l'Institut.* — **Trusts, Cartells et Syndicats.** *Deuxième édition, revue et augmentée.* — 1 *vol. in*-16 *de* 523 *pages.* (*Prix* : 5 *fr.*). *Guillaumin et Cie, éditeurs. Paris*, 1904.

L'application de la vapeur à l'industrie a produit, au cours du XIXe siècle, un phénomène général de concentration : l'atelier s'est transformé en usine, le travail collectif a remplacé le travail individuel, les ouvriers réunis ont pris conscience de leur force et se sont syndiqués dès que la législation de leur pays a reconnu le droit d'association. Les patrons, isolés d'abord, ont attendu que la concurrence les forçât à leur tour de s'unir pour la défense de leurs intérêts. A mesure que de nouveaux Etats développaient leur outillage industriel et commercial, la difficulté des débouchés et les frais que nécessite leur recherche augmentaient, les craintes de la surproduction, qui fait baisser les prix, se faisaient jour; un seul remède s'offrait : l'association, qui agit dans le même sens que le machinisme. L'association, en effet, permet la réduction du personnel, la suppression plus ou moins complète des intermédiaires, la simplification, l'accélération de la production, et, comme conséquence, la réduction des prix. De là sont nés les trusts, les cartells, et, d'une manière générale, tous les syndicats de producteurs qui font l'objet du présent livre.

M. Raffalovich a rassemblé les documents les plus variés et les plus complets, et il en a dressé une des contributions les plus étendues que nous possédions sur cette importante question. Cet ouvrage vient heureusement enrichir notre littérature de langue française, insuffisante à l'heure qu'il est, malgré les travaux excellents, bien que d'inégale valeur, de MM. P. de Rousiers, Brouilhet, Fr. Laur, Pic, Et. Martin, Saint-Léon et Souchon. L'auteur a largement utilisé les enquêtes officielles qui ont eu lieu aux Etats-Unis, en 1898, et en Allemagne, récemment, ainsi que les nombreux ouvrages qui ont été publiés dans ces pays. Le livre a d'ailleurs les défauts de ses qualités, en ce sens que l'on désirerait plus d'ordre dans la classification des documents, et plus de détails sur la genèse des institutions actuelles et les organismes incomplets qui les ont précédées et qui ont disparu aujourd'hui : les pools, par exemple. M. Raffalovich, qui publie chaque année d'excellentes études sur le *Marché financier*, a naturellement beaucoup développé ce point de vue dans son livre ; il ne l'a pas fait d'ailleurs sans raison car, l'un des abus des trusts, la surcapitalisation (*watering*), intéresse vivement les opérations de bourse. L'exposé, aussi objectif que possible, ne laisse percer que de loin en loin les préférences de l'auteur, qui vont aux solutions libre-échangistes, tout en reconnaissant franchement les difficultés du problème. Si les trusts ont provoqué dans la production des améliorations notables, ils n'ont pas été, comme tous les progrès, sans causer de graves préjudices. C'est d'abord la surcapitalisation, c'est-à-dire l'acte par lequel les créateurs du trust enflent d'ordinaire son capital pour s'assurer un grand nombre d'actions et réaliser des bénéfices considérables sans que le fait attire l'attention. C'est ensuite le bouleversement du marché du travail, l'établissement arbitraire et imposé du prix d'achat de la matière première, du prix de vente au consommateur et même du prix de transport. C'est, enfin, — et ceci intéresse tout particulièrement les pays, comme le nôtre, où les trusts sont inconnus et les cartells fort rares, — la désorganisation du marché international par l'établissement d'un double prix : l'un, supérieur, destiné à la consommation intérieure, l'autre, moins élevé, pour l'exportation. A cet égard, le tableau que M. Raffalovich a dressé aux pages 220-221, est de la plus haute éloquence. C'est, en partie, grâce à la protection douanière que la chose est possible; aussi bien, le premier remède aux abus signalés consiste-t-il dans l'abaissement des tarifs américains, ou encore, comme on l'a proposé, dans l'établissement d'un Zollverein européen qui frapperait d'un droit compensateur les produits primés par le fait du mécanisme d'un trust. M. Raffalovich est partisan du premier mode de faire, comme aussi de celui qui consisterait à obliger les trusts à naître au grand jour, à travailler en pleine lumière, grâce à la publicité de leurs statuts. D'ailleurs, le phénomène de concentration industrielle qui a provoqué la formation de ces organismes rencontre des limites semblables, dans une certaine mesure, à celles que marque, en agriculture, la loi du rendement moins que proportionnel. Le trust s'arrête quand il ne produit plus d'économie de frais, quand il rend indispensable une organisation développée de surveillance et de contrôle, quand il subordonne la direction administrative et industrielle au pouvoir des actionnaires et des capitalistes, quand, enfin, il oppose une unification factice aux conditions variées de la production.

Après les trusts américains, auxquels sont consacrés la moitié de l'ouvrage, M. Raffalovich étudie, dans le même esprit, les cartells allemands. Le cartell est une forme moins avancée que le trust : tandis que le premier est un groupement, une *fédération* d'entreprises conservant chacune leur autonomie, mais limitant par un acte volontaire et librement consenti leur production et leur vente, le second est le résultat d'une *fusion*, d'une amalgamation d'entreprises similaires, qui perdent ainsi tout caractère individuel. Malgré ces différences fondamentales, les deux genres de groupement ont même origine et exercent la même influence fâcheuse sur le commerce international. M. Raffalovich résume encore l'état de la question en Angleterre, où se retrouve la forme trust, et en Autriche, où s'est développée la forme cartell. Il est regrettable que les syndicats de producteurs français, en particulier le Comptoir métallurgique de Longwy, aient été oubliés, et que l'auteur ne leur ait pas consacré un chapitre spécial, où il eût été également intéressant d'exposer les essais de monopolisation, plus ou moins couronnés de succès, qu'ont tentés chez nous les raffineurs de sucre et de pétrole, les fabricants de papier, la compagnie des glaceries de Saint-Gobain et les producteurs de différentes substances chimiques, comme la soude, l'iode et le borax. L'ouvrage se termine par quatre appendices consacrés à des documents officiels concernant l'Allemagne, l'Angleterre et la Russie, ainsi qu'à des renseignements complémentaires sur le trust de l'acier aux États-Unis.

P. Clerget,
Professeur à l'École de Commerce du Locle (Suisse).

Delaunay (H.), *Ingénieur des Arts et Manufactures.* — **Annuaire international des Sociétés savantes** (*Avec une introduction par* M. C. M. Gariel). — 1 *vol. in*-8° *de* 783 *pages.* (*Prix* : 10 *fr.*) *A. Lahure, éditeur, Paris*, 1904.

Le but de cet ouvrage est de présenter au lecteur un tableau d'ensemble, aussi complet que possible, de toutes les Sociétés savantes qui existent dans les cinq parties du monde. Ces sociétés ont été groupées par villes et par pays, dans l'ordre alphabétique rigoureux.

Pour chacune d'elles, l'auteur donne, pour autant qu'il a pu se les procurer, les renseignements suivants : date de la fondation, objet, siège social, noms des président et secrétaire, nombre de membres, cotisation, périodicité des séances, publications.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 25 Juillet 1904.

1° Sciences mathématiques. — M. **Emile Picard** communique ses recherches sur une équation fonctionnelle. — M. **P. Boutroux** étudie les singularités de l'équation $y' = A_0 + A_1 y + A_2 y^2 + A_3 y^3$. — M. **A. Angot** a reconnu que tous les minima de taches solaires caractérisés par un nombre relatif élevé sont suivis par un maximum également élevé, et inversement.

2° Sciences physiques. — M. **E. Bichat** montre que les apparences que l'on observe avec un écran phosphorescent peuvent être modifiées selon l'état dans lequel se trouvent la source et l'observateur; il est donc nécessaire de se placer toujours dans des conditions définies pour observer l'action des rayons N. — M. **J. Becquerel** a observé que les sources de rayons N et N_1 émettent, comme les corps radio-actifs, trois sortes de radiations: des rayons α, des rayons β et un rayonnement non déviable par le champ magnétique. C'est cette dernière partie qui se réfracte dans un prisme d'aluminium en entraînant, par des effets secondaires, des rayons α et β. — M. **F.-P. Le Roux** étudie les conditions de la contemplation à la chambre noire de surfaces faiblement éclairées par certaines lumières spéciales. — M. **R. Jouaust** montre que le phénomène de la viscosité magnétique, qui est très intense dans les aciers doux industriels, constitue une cause d'erreur dans les méthodes de mesure de l'hystérésis et de l'induction. — M. **E. Mathias** a exploré au point de vue magnétique le gouffre de Padirac et a constaté, en passant de la surface du sol au fond du gouffre (100 mètres environ), une augmentation des composantes horizontale et verticale d'environ 1 p. 1.000 de leur valeur. — M. **E. Marchand** a enregistré le tremblement de terre du 13 juillet dans les Pyrénées centrales. Le séismographe à cône a donné des indications aussi nettes que le séismographe à pendules. — M. **A.-B. Chauveau** a mesuré la déperdition électrique dans l'air, au sommet de la tour Eiffel, pendant l'orage du 24 juillet. Au plus fort de la tourmente, la déperdition positive a été trois fois plus élevée que la négative. — MM. **F. Osmond** et **G. Cartaud** montrent que l'incrustation du corps à polir dans le polissage, qui se présente comme un accident, peut fournir une méthode d'investigation. Dans un alliage métallique à plusieurs phases, on peut arriver à polir l'une, tandis que l'autre est incrustée. — M. **G. Friedel** montre comment l'hypothèse de la structure réticulaire se rattache à la loi d'Haüy-Bravais. — Sir **J. Dewar** a constaté que l'emploi des basses températures, combiné avec la propriété absorbante du charbon de bois, fournit un procédé nouveau pour obtenir des vides d'une grande perfection. On peut aussi, par ce moyen, extraire rapidement l'oxygène de l'air atmosphérique. — M. **D. Gernez** a observé que l'iodure thalleux sortant de dissolution prend toujours la forme de l'iodure rouge. — M. **A. Debierne** arrive à la conclusion qu'il n'existe dans la pechblende qu'une seule substance radio-active précipitant par H^2S en solution acide, et qu'on ne doit pas faire de distinction entre le plomb radio-actif, le radio-tellure et le polonium. — M. **L.-A. Hallopeau** a constaté que le zinc réduit une partie de l'anhydride tungstique du tungstate acide de sodium en donnant du tungstate tungsto-sodique jaune d'or. L'oxyde de zinc et le tungstate neutre de sodium qui ont pris naissance réagissent ensuite pour former du tungstate neutre de zinc. — M. **J. Cavalier** a obtenu un pyrophosphate acide d'argent en dissolvant à chaud le pyrophosphate neutre dans l'acide phosphorique et précipitant à froid par l'alcool-éther. — M. **G. Viard** a obtenu au moyen des acides formique, propionique et butyrique, en liqueur suffisamment acide, des verts analogues au vert de Schweinfurt et de constitution $A^2Cu + 3(AsO^2)^2Cu$. — MM. **Guinchant** et **Chrétien** indiquent les méthodes qu'ils ont employées dans la mesure des chaleurs de formation des sulfures d'antimoine. — MM. **E.-E. Blaise** et **A. Courtot** montrent que l'acide qui se forme dans la décomposition par la chaleur de l'acide 2 : 2-diméthylglutaconique est l'acide pyrotérébique et non l'acide vinyldiméthylacétique. — MM. **Ch. Moureu** et **M. Brachin** ont observé que les acétones éthyléniques β-oxyalcoylées et β-oxyphénolées, en réagissant sur l'hydroxylamine et l'hydrazine, fournissent directement non des oximes et des hydrazones, mais des isoxazols et des pyrazols. — MM. **L.-J. Simon** et **A. Conduché**, en faisant réagir l'éther oxalacétique sur les aldéhydes aromatiques en présence de la β-naphtylamine, ont obtenu un produit d'addition équimoléculaire des deux premiers. — M. **V. Auger** a constaté qu'à 200-250° tous les chlorures d'acides agissent sur les bases tertiaires du type Ar. Az : R_1R_2 en fournissant quantitativement un dérivé acylé d'après : $Ar.Az : R_1R_2 + RCOCl = Ar.Az.R_1COR + R_2Cl$. — MM. **P. Mazé** et **A. Perrier** ont reconnu que la combustion respiratoire s'exerce sur la substance vivante elle-même; le C et l'H ne se détachent de la matière vivante qu'à l'état de CO^2 ou d'H^2O, exceptionnellement à l'état d'acide citrique, oxalique, etc.

3° Sciences naturelles. — M. **J. Meyer** a constaté que certaines portions du corps humain possèdent la propriété d'émettre continuellement une émission pesante. — MM. **J. Dogiel** et **K. Arkhanguelsky** montrent que l'action du cœur dépend : 1° du nerf pneumogastrique; 2° des nerfs du système sympathique; 3° peut-être aussi du centre vaso-moteur du cerveau; 4° de la différente distribution de la quantité de sang et de sa composition. — M. **G. Loisel** a extrait des œufs de Tortue et de Poule des substances toxiques analogues à celles qu'il a retirées de l'ovaire. — M. **C. Phisalix** a reconnu que le venin d'Abeille contient trois principes actifs : une substance phlogogène détruite à 100°; un poison convulsivant qui ne résiste pas à l'ébullition prolongée; un poison stupéfiant qui n'est complètement détruit qu'à 150°. — MM. **L. Jammes** et **H. Mandoul** montrent que les sucs de *Taenias* sont doués de propriétés bactéricides, tandis que ceux d'*Ascaris* en sont dépourvus. — MM. **Vallée** et **Carré** ont constaté que l'anémie du cheval est une maladie contagieuse, inoculable, due à un agent du groupe des microbes dits invisibles. — M. **G. Quintaret** a étudié la disposition générale du système nerveux chez la *Rissoa elata* var. *oblongata*. — M. **C. Gerber** montre qu'on passe insensiblement, en allant de la base au sommet d'un même gynécée à quatre ailes de *Lepidium Villarsii*, du type ovaire tétraloculaire au type deux ovaires emboîtés, l'ovaire intérieur ayant ses parois formées par les quatre cloisons de l'ovaire tétraloculaire primitif. — M. **W. Tichomirow** a observé, dans les cellules-sacs géantes de la datte, du kaki, du jujube, de l'anone et du chalef, des inclusions cellulaires dénotant la présence de tannates, d'un glucoside, de substances albuminoïdes, huileuses et résineuses. — MM. **M. Dubard** et **R. Viguier** ont reconnu que la structure définitive du tissu spongieux des tubercules d'*Euphorbia Intisy* a pour origine une turgescence du tissu axial et peut s'expliquer par l'intervention de forces centrifuges,

puis irrégulières. — MM. **Bouygues** et **Perreau** ont étudié les moyens de combattre la nielle des feuilles de tabac et recommandent l'emploi de plants sélectionnés. — M. M. **Guédras** a observé une minéralisation en plomb peu intense au pied du filon de barytine de la Chandelette, près Villefort. — M. E. **de Martonne** a étudié l'évolution de la zone des dépressions subkarpathiques en Roumanie. — M. **de Montessus de Ballore** a constaté qu'une chaîne, un continent, un territoire sont très généralement d'autant plus stables, sismiquement parlant, qu'ils sont plus anciens. — MM. G. et P. **Lemoine** ont étudié les diverses sources du nord de Madagascar; elles présentent une grande prédominance en soude.

Séance du 1er Aout 1904.

1° Sciences mathématiques. — M. P. **Boutroux** présente ses recherches sur les zéros des fonctions entières d'ordre entier. — M. H. **Deslandres** communique un projet d'organisation générale des recherches solaires et d'enregistrement continu des éléments variables du Soleil. — M. J. **Guillaume** adresse ses observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon pendant le premier trimestre de 1904. L'aire totale des taches a diminué de plus de moitié; le nombre et l'étendue des facules sont en augmentation. — M. P. **Renard** indique une méthode pour la mesure indirecte de la vitesse propre des navires aériens. — M. Edg. **Taffoureau** montre qu'à l'heure actuelle, quel que soit le poids du moteur par cheval et quel que soit le chiffre représentant la qualité de l'hélice considérée par le Cl Renard, sa résistance ne permet pas de soutenir, au moyen d'un hélicoptère, des poids aussi considérables que la seule considération du poids du cheval-vapeur ferait espérer.

2° Sciences physiques. — M. E. **Mathias** a constaté qu'aux valeurs élevées du coefficient *a* des diamètres rectilignes (voisines de 1) correspondent des corps dont les températures critiques peuvent différer de plusieurs centaines de degrés. Les très basses valeurs de *a* ne peuvent être données que par des corps à point critique très bas. — M. C. **Chéneveau** estime que les résultats différents des siens obtenus par M. van Aubel dans l'étude de l'indice de réfraction des solutions proviennent de ce qu'il n'a pas tenu compte de la densité du dissolvant. — — M. C **Camichel** présente une forme pratique de l'ampère-mètre thermique à mercure. — M. A. **Joannis**, en faisant réagir l'ammoniac sec sur le bromure de bore vers — 10°, a obtenu de l'imidure de bore $Bo^2(AzH)^3$ et du bromure d'ammonium. Avec le chlorure phosphoreux, il se forme probablement à — 78° le corps $AzH : P.AzH^2$, qui se décompose plus haut en AzH^3 et $P^2(AzH)^3$. — MM. A. **Hollard** et L. **Bertiaux** décrivent un procédé de dosage du bismuth par électrolyse. — MM. P. **Sabatier** et A. **Mailhe**, en faisant réagir diverses aldéhydes et cétones sur le chlorure de cyclohexylmagnésium, et décomposant ensuite par l'eau, ont obtenu des alcools $C^6H^{11}C(OH).RR'$. — MM. H. **Bierry** et **Gmo-Salazar** ont reconnu que la lactase est un ferment soluble qui existe chez le fœtus bien avant la naissance et qui paraît localisé, chez le chien tout au moins, dans les cellules de la muqueuse intestinale. — M. G. **Friedel** présente ses conceptions sur la structure du milieu cristallin.

3° Sciences naturelles. — M. L. **Bruntz** a constaté l'existence de trois sortes de cellules phagocytaires chez les Amphipodes normaux : 1° les néphrocytes phagocytaires péricardiaux; 2° les cellules du réseau capillaire artériel hépatique; 3° les jeunes globules sanguins. — M. F. **Ladreyt** montre que les urnes du *Sipunculus nudus* sont des organites détachés du corps de l'animal. Ce ne sont ni des phagocytes, ni des parasites. — M. H. **Soulié** a trouvé, chez le *Psammodromus algirus*, une Hémogrégarine nouvelle, qu'il nomme *H. psammodromi*. — MM. Ch. Eug. **Bertrand** et F. **Cornaille** étudient les caractéristiques des traces foliaires tubicaules ou anachoroptéridiennes. — MM. L. **Gentil** et P. **Lemoine** ont constaté que le Callovien existe à la frontière marocaine septentrionale avec deux faciès distincts : l'un, représenté par des schistes à Posidonies, et parallèle au faciès dauphinois; l'autre, représenté par un calcaire à Céphalopodes. — M. H. **Hubert** a déterminé les roches éruptives rapportées par la Mission Niger Bénoué-Tchad; parmi elles se trouve une rhyolite à aegyrine. — M. Ph. **Negris** conclut de ses recherches dans les îles grecques que nous assistons aujourd'hui à une trangression de la Méditerranée; la mer s'est élevée de 3 mètres environ depuis l'époque romaine.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 19 Juillet 1904.

M. le Président annonce le décès de M. **Trasbot**, membre dans la Section de Médecine vétérinaire.

L'Académie procède à l'élection de deux Correspondants étrangers dans la Division de Médecine. MM. R. **Ross** (de Liverpool) et **Weir Mitchell** (de Philadelphie) sont élus.

M. Hutinel présente un Rapport sur deux Mémoires de M. **Bascoul** relatifs à l'emploi du brome dans le traitement des angines et de la diphtérie. Ce corps en potion dans l'eau sucrée et en gargarismes lui aurait donné des résultats encourageants. — MM. A. et L. **Imbert** communiquent un cas de carcinose prostato-pelvienne diffuse, à marche aiguë, guérie par la radiothérapie.

Séance du 26 Juillet 1904.

M. le Président annonce le décès de M. **Gayet**, Correspondant national. — M. **Thomas** (de Moulin) est élu Correspondant national.

M. J. Lucas-Championnière présente un Rapport sur un Mémoire du Dr **Marchais** relatif au traitement des varices par la marche. Le traitement consiste en un massage préalable, de quinze à trente jours de suite, puis en exercices de marche rapide. Le repos n'est bon qu'en position horizontale; le repos debout ou la marche lente sont toujours préjudiciables. L'auteur a obtenu des résultats très favorables. — M. **Kelsch** communique quelques considérations sur la stomatite ulcéro-membraneuse épidémique, envisagée au point de vue de la pathogénie et de la pathologie générale. — MM. F. **Raymond** et **Zimmern** ont expérimenté l'action thérapeutique du radium sur plusieurs malades. Ils ont obtenu le retour de la sensibilité chez un hystéro-traumatique avec hémi-anesthésie gauche totale et la disparition complète des phénomènes douloureux chez plusieurs tabétiques. — M. **Pierre Janet** lit un travail intitulé : La dissociation des souvenirs par l'émotion chez les hystériques.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 9 Juillet 1904.

MM. A. **Gautier** et P. **Clausmann** : Origines alimentaires de l'arsenic normal chez l'homme (voir p. 750). — MM. A. **Charrin** et **Le Play** ont observé des pseudo-tumeurs et des lésions du squelette chez des animaux à la suite de l'injection d'un champignon parasite de la vigne. — Les mêmes auteurs ont étudié le mécanisme des insuffisances de développement expérimentales. — MM. Ch.-A. **François Frank** et **Hallion** décrivent une expérience qui montre l'unilatéralité des effets moteurs laryngés de chaque récurrent malgré l'apparence d'effet bilatéral à la vue. — M. G. **Marinesco** a observé dans la moelle des cobayes morts de tétanos des lésions des neuro-fibrilles pouvant atteindre des degrés très avancés, lésions dues, tout au moins en grande partie, à l'action du poison tétanique. — M. J. **Rehns**, par injections de cerveaux de lapin à des chiens sous la peau, a obtenu un immunsérum atoxique. — Mme **Girard-Mangin** et M. V. **Henri** montrent qu'en chargeant les globules rouges avec des sels précipitant les colloïdes, on augmente l'agglutination des globules par les colloïdes. — M. M. **d'Halluin** a constaté que les sels de chaux

sont absolument nécessaires au bon fonctionnement du cœur isolé. — MM. **J.-E. Abelous** et **H. Ribaut** ont reconnu que le sang peut absorber son oxygène alors que ses éléments figurés sont tués par le fluorure. — **M. U. Lombroso** montre qu'après l'ablation du pancréas chez le chien, il peut se produire une sécrétion de graisse par le tube intestinal, qui se révèle soit parce que la quantité de graisse éliminée est plus forte que la quantité introduite, soit parce que la qualité de la graisse éliminée est différente de celle de la graisse introduite. L'ablation du pancréas a donc une action sur les graisses de l'organisme. — **M. P. Remlinger** a constaté une éosinophilie considérable chez un Arabe porteur de filaire de Médine. — **M. G. Loisel** a trouvé, dans les glandes génitales d'animaux très divers, des substances toxiques appartenant aux groupes des globulines et des alcaloïdes; elles sont plus toxiques dans l'ovaire que dans le testicule. Elles ne sont pas détruites par un traitement prolongé à l'alcool et l'éther chauds ou par une chaleur sèche de 55° à 60°. — **M. M. Nicloux** : Mécanisme d'action du cytoplasma dans la graine en germination (voir p. 750). — **M. L. Camus** présente un nouvel appareil pour l'étude du cœur isolé. — Le même auteur a constaté que l'œuf qui a cuit dans l'eau change de poids. Il perd de poids si on le retire de l'eau bouillante; il en gagne si on le laisse refroidir dans l'eau. De même, l'œuf plongé quelques instants dans une solution colorée bouillante ne se colore qu'extérieurement; la matière colorante traverse la coquille si on le laisse refroidir dans la solution. — **MM. M. Doyon** et **Chenu** : Localisation de l'iode chez la tortue d'Afrique (voir p. 750). — **M. F. Ramond** a observé que l'absorption des graisses par les leucocytes se fait presque uniquement par le macrophage. — **M. Ed. Morchoisne** indique les précautions indispensables à prendre pour déterminer le rapport azoturique. — **MM. Ed. Lesné, J. Noé** et **Ch. Richet fils** montrent que l'hypersulfatation, pas plus que l'hyposulfatation, n'ont d'influence sur la toxicité du séléniate de soude pour l'organisme. — **M. F.-J. Bosc** considère le chancre syphilitique comme une pustule d'inoculation caractérisée par une prolifération de type néoplasique, à la fois épithéliale et conjonctivo-vasculaire, avec mononucléose du sang. — **M. F. Terrier** rapporte une observation de cysticerque sous-conjonctival chez une jeune fille de quinze ans. — **MM. J. Nicolas** et **Dumoulin** ont constaté qu'après la splénectomie, chez le chien, le nombre des hématies diminue fortement pour remonter peu à peu. Le pouvoir colorimétrique du sang et la quantité de fer diminuent aussi rapidement et remontent plus lentement.

Séance du 16 Juillet 1904.

M. M. d'Halluin est parvenu à empêcher les trémulations fibrillaires, qui sont la cause des insuccès dans le massage du cœur, par l'injection intraveineuse de chlorure de potassium en faible quantité. — **M. F. Battelli** n'a pas réussi à reproduire régulièrement chez le lapin la coagulation intravasculaire par injection de sang de lapin laqué. — **MM. J. Camus** et **P. Pagniez** montrent que la richesse du muscle en hémoglobine dépend avant tout de l'intégrité du neurone moteur périphérique. — **M. Emm. Fauré** a étudié la structure du protoplasma chez les Infusoires ciliés. — **M. A. Javal** montre que, pour avoir des chiffres d'albuminurie comparables entre eux au cours du mal de Bright, il faut tenir compte de la diurèse. — **MM. F. Widal** et **A. Javal** ont reconnu qu'il n'y a pas lieu d'empêcher les brightiques de manger de la viande, pourvu qu'on en règle la quantité suivant les indications et qu'on surveille la chloruration du régime. — **M. P. Portier** n'a pu arriver à constater l'action glycolytique des sucs d'organes pressés, indiquée par Stoklasa. Il pense que les résultats de cet auteur tiennent à l'envahissement de ses liquides par des bactéries. — **MM. J. Courmont** et **Ch. André** décrivent une technique permettant de déceler sur les coupes les substances du groupe de la purine, notamment l'acide urique. A l'aide de cette technique, ils ont constaté, chez la grenouille, que ces corps s'éliminent par les tubes contournés du rein. — **M. G. Loisel** : Substances toxiques des œufs de Tortue et de Poule (voir p. 791). — **M. H. Vaquez** a reconnu que, dans la polyglobulie avec cyanose et splénomégalie, le diamètre globulaire ne subit aucun accroissement. — **M. F. Devé**, en inoculant du sable échinococcique dans la trachée du lapin, a obtenu la formation de kystes échinococciques du poumon. — **M. L. Malassez** poursuit ses recherches sur la notation des objectifs microscopiques. — **MM. A. Charrin** et **Vitry** décrivent des faits qui justifient en quelque mesure certaines pratiques consistant à énerver la région où se trouve la porte d'entrée du tétanos.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séance du 5 Juillet 1904.

M. J. Chaine a reconnu que la gaîne de la langue des Pics n'est pas un simple repli de la muqueuse buccale, mais un organe musculaire protractile et rétractile. — Le même auteur signale de nouveaux faits à l'appui de l'origine commune du cératoglosse et de l'hyoglosse droit chez les Oiseaux. — **MM. G. Ferré** et **C. Sigalas** ont constaté, contrairement à M. Gaube, que la moyenne des rotations des sérums normaux est inférieure à celle des rotations observées pour les sérums antidiphtériques. Mais il y aurait lieu de tenir compte des concentrations des sérums. — **MM. Ch. Pérez** et **E. Gendre** ont étudié la structure des fibres musculaires du Branchellion.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 9 Juin 1904.

MM. F. Darwin et **D. F. M. Pertz** poursuivent leurs recherches sur la *théorie statolithique du géotropisme*. Ils montrent que, lorsque la racine primaire d'une plante est enlevée et qu'une racine secondaire prend sa place, les racines tertiaires prennent le caractère de racines secondaires normales. Il se peut donc que l'existence de statolithes dans les racines tertiaires normales soit une provision les rendant capables d'assumer une croissance diagéotropique en cas de lésion de la racine primaire. Mais cette conclusion, quoique très probable, ne doit pas impliquer une action adaptative différente en principe de l'adoption bien connue des caractères de la racine primaire par les racines secondaires. — **Mlle D. M. Bate** décrit un certain nombre de cavernes avec dépôts osseux dont elle a fait l'exploration dans l'île de Chypre, au Cap Pyla et aux environs de Kerynia. La faune en est relativement minime; à côté des restes d'éléphant et d'hippopotame nains, on n'a trouvé qu'une forme nouvelle, le *Genetta plesictoides*. — Le même auteur a poursuivi ses recherches sur les restes de l'*Elephas cypriotes*, trouvés dans les cavernes de Chypre. Il existe une forte ressemblance entre ses dents et celles des formes pygmées maltaise et sicilienne; mais la compression latérale marquée des défenses chez l'*E. cypriotes* suffit à le distinguer des autres espèces de la région méditerranéenne. L'*E. cypriotes* ne montre aucune affinité avec les espèces africaines, mais se rapproche plutôt de l'*E. antiquus* et de l'*E. meridionalis*. — **M. E. A. N. Arber** a étudié la flore fossile du Culm du N. O. du Devonshire, et il arrive à la conclusion que ce terrain, considéré par plusieurs zoologistes comme appartenant au Carbonifère inférieur, est en réalité en grande partie d'âge carbonifère supérieur. Aussi le terme de « culm » ou « kulm », généralement appliqué à des dépôts d'Allemagne, d'Autriche et d'ailleurs appartenant incontestablement au Carbonifère inférieur, est-il particulièrement malheureux, car ces formations ne sont pas du même âge que la majorité du Culm du Devonshire. — **M. W. K. Spencer** étudie la structure et les affinités

du *Paleodiscus* et de l'*Agelacrinus*. Il montre que les *Asteroïdea* sont les *Eleutherozoa* les plus primitifs, et que leur structure est beaucoup trop simple pour être dérivée directement d'un *Pelmatozoa* quelconque. — **M. A. D. Waller**, dans des *recherches sur la relation physique entre le chloroforme et le sang*, est arrivé à une conclusion identique à celle de MM. Moore et Roaf, c'est-à-dire que l'absorption de la vapeur de chloroforme est plus forte par le sang que par les solutions salines, et que le sang agit comme un porteur de chloroforme aux tissus, tout comme il est un porteur d'oxygène. Toutefois, l'auteur admet que la combinaison qui a lieu entre le chloroforme et le sang peut s'expliquer par la théorie lipoïde. — **MM. Robert Muir** et **Carl H. Browning** : *Sur les propriétés de combinaison des compléments du sérum et sur les complémentoïdes*. Les résultats obtenus d'après les expériences décrites dans ce Mémoire s'appliquent seulement aux cas expérimentés, c'est-à-dire au corps immunisant pour les corpuscules du bœuf, obtenu avec le lapin et employé avec les compléments et les complémentoïdes du lapin et du cochon d'Inde. De nouvelles recherches seront nécessaires afin de déterminer si ces résultats ont une portée générale. 1° On peut démontrer l'existence de complémentoïdes dans du sérum chauffé par le fait qu'ils empêchent : (*a*) l'union du complément avec l'anti-complément; (*b*) l'union du complément avec les molécules G + C. I. (globule rouge + corps immunisant) après hémolyse; 2° La quantité de complémentoïdes dérivés des compléments varie. Chez le lapin, elle est approximativement égale à la quantité originelle des compléments; chez le cochon d'Inde, elle est considérablement moindre que cette quantité; 3° L'affinité de combinaison des complémentoïdes, à la fois pour l'anti-complément et pour les molécules G + C. I. après hémolyse, n'est pas très inférieure à celle du complément; 4° D'un autre côté, le complémentoïde a une faible affinité pour les molécules G + C. I. avant hémolyse, par exemple, pour les corpuscules rouges intacts traités par le corps immunisant; du complémentoïde ajouté, une faible quantité seulement entre en combinaison; par conséquent, le complémentoïde n'empêche pas l'hémolyse par le complément; 5° Lorsque des corpuscules rouges unis avec des doses multiples de corps immunisant sont hémolysés par une simple dose de complément, le surplus des molécules G + C.I. peut être saturé par un excès de complémentoïde, de sorte qu'une très faible quantité de complément peut être recueillie ultérieurement. Ce résultat est aussi obtenu avec le complémentoïde du lapin et le complément du cochon d'Inde, et avec le complémentoïde du cochon d'Inde et le complément du lapin. — **Sir Thomas R. Fraser** et **M. R. H. Elliot** : *Contribution à l'étude de l'action des venins des serpents de mer*. Les venins employés dans ces recherches ont été ceux de l'*Enhydrina Valakadien* et de l'*Enhydris Curtus*. Les auteurs ont trouvé que les doses mortelles du venin de l'*Enhydrina Valakadien* sont : pour les rats de 0,000.09 gr. par kilog, pour les lapins de 0,000.06 gr. par kilog, pour les chats de 0,000.2 gr. par kilog de poids du corps. La faiblesse de ces doses indique que le venin du serpent de mer est la plus mortelle de toutes les substances dont le pouvoir léthal a été déterminé. En général, les symptômes de l'empoisonnement des animaux par le serpent de mer ressemblent à ceux produits par le cobra, mais la dyspnée est plus rapide. Voici les résultats généraux de ces recherches : 1° Le venin de l'*Enhydrina* n'a pas d'action directe sur les parois des artérioles, ou du moins n'a aucune action à la dose qui peut être présente dans le sang d'un homme mordu par un serpent de mer; 2° Le venin de l'*Enhydrina* agit directement sur le ventricule isolé de la grenouille, produisant un effet tonique et stimulant; mais cette action n'est produite qu'avec de très fortes solutions (1 : 5.000). Les battements du cœur sont accélérés, et le résultat est, par conséquent, semblable à celui produit par de très faibles solutions du venin du cobra (1 : 1.000.000 ou plus faible); 3° En faisant l'expérience avec le cœur d'un mammifère exposé *in situ*, les auteurs ont montré que le venin de l'*Enhydrina* n'a pas d'action directe sur le centre vague cardio-inhibitoire. Ceci offre un contraste frappant avec l'action observée dans l'empoisonnement par le cobra; la complète absence de cardio-inhibition laisse la faible action tonique sur le cœur libre de se manifester; 4° Le venin de l'*Enhydrina* n'a apparemment aucune action directe sur le centre vaso-moteur; 5° La courbe de la pression sanguine, dans l'empoisonnement par l'*Enhydrina*, est remarquablement régulière, à condition que l'on donne des doses modérées de venin et que l'on prenne soin d'éviter l'injection de grands volumes de liquide dans les vaisseaux sanguins; 6° Le mécanisme respiratoire est celui qui est principalement affecté par le venin de l'*Enhydrina*. Si l'on emploie de fortes doses mortelles, la respiration baisse rapidement, et une élévation considérable de la pression sanguine, d'origine asphyxique, peut précéder la mort. Les battements du cœur diminuent alors rapidement, et la pression sanguine tombe avec une rapidité correspondante. Evidemment, ce sont simplement les phénomènes d'une rapide asphyxie. Si, cependant, on emploie de plus faibles doses mortelles, aucune élévation sensible dans la pression du sang ne se produit. Le niveau ordinaire est maintenu presque jusqu'au moment de la mort; alors les battements faiblissent et la pression sanguine tombe. C'est l'expression d'une faiblesse cardiaque graduelle, produite par une asphyxie lentement progressive. L'absence, dans l'empoisonnement lent par l'*Enhydrina*, des fortes élévations asphyxiques de la pression, qui sont si caractéristiques dans la période finale de l'empoisonnement par le Cobra, est facilement expliquée par le fait que le venin de l'*Enhydrina* n'a pas une action constrictive directe sur les parois des artérioles, comme le venin du cobra. Quant à la partie du mécanisme respiratoire qui est affectée par le venin du serpent de mer, la rapidité avec laquelle la respiration est affectée, à la fois lorsque le venin est injecté dans une veine et aussi lorsqu'il est appliqué directement à la moelle allongée, ne laisse aucune raison pour douter que le centre respiratoire est directement attaqué par le venin.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BERLIN

Séance du 19 Mai 1904.

M. E. Warburg rend compte, d'après les expériences de M. H. Greinacher, des causes de l'effet de Volta. Deux plaques métalliques séparées par du verre, et dont l'une est recouverte de radio-tellure de Marckwald, se comportent comme les pôles d'une pile galvanique. En les chauffant à 180° dans une enceinte close en présence du pentoxyde de phosphore, on fait à peu près disparaître la force électro-motrice du zinc et du magnésium par rapport au cuivre-radio-tellure, la valeur primitive se rétablissant sensiblement à l'air humide. Il s'ensuit, d'accord avec les expériences de M. J. Brown, que l'effet de Volta est dû aux couches d'eau condensées. — **M. F. Regener** vient de faire des expériences sur les effets chimiques des rayonnements à petites longueurs d'onde des corps gazeux. Voici les réactions produites par les décharges silencieuses et qu'on excite également au moyen d'un rayonnement ultraviolet pareil : désozonisation à grande teneur d'ozone, dédoublement de l'ammoniac et du monoxyde d'azote avec augmentation de volume, et de l'oxyde d'azote avec diminution de volume.

Séance du 9 Juin 1904.

M. Helmert présente une déduction de la formule de Gauss, exprimant les erreurs d'observation moyennes.

Séance du 7 Juillet 1904.

M. Branco présente un Mémoire sur le vol des Oiseaux; il discute les différentes voies par lesquelles les animaux auraient acquis la faculté du vol, émettant

l'opinion que les oiseaux devraient leur origine non pas seulement aux animaux-parachutes terrestres, mais encore à des variétés aquatiques.

ALFRED GRADENWITZ.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Séance du 1er Juillet 1904.

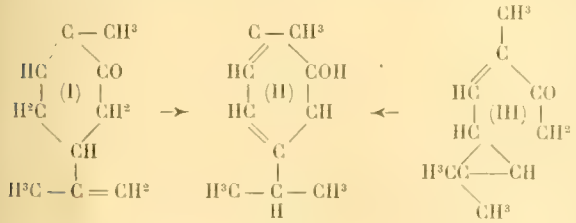
M. **H. Kreusler** rend compte d'une inversion de la ligne D_3 observée dans le spectre solaire. M. Young, dès le 22 septembre 1870, a remarqué une inversion faible, mais indubitable, de la ligne D_3, inversion qui s'est présentée dans la pénombre d'une tache comme ombre grise. Or, c'est le 12 juin de cette année que M. Kreusler, entre midi et deux heures, observant le Soleil sur un réflecteur à l'aide d'un spectroscope d'une dispersion équivalente à celle de 9 prismes de 60° au sulfure de carbone et dont la lunette avait un agrandissement octuple, a remarqué la ligne D_3 comme bande d'un gris mat aux environs des taches solaires examinées. Cet intéressant phénomène a continué jusqu'au lendemain. — M. **E. Martiny** étudie l'effet des forces magnétiques transversales sur un arc rectiligne à courant continu. Ces expériences ont été suggérées par les déformations qu'on observe dans l'arc parlant. Les résultats sont représentés graphiquement par une série de courbes.

ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

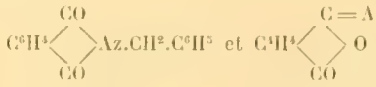
Séance du 18 Mai 1904 (suite).

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. **C. A. Lobry de Bruyn** présente en son nom et au nom de M. **S. Tymstra** : *Le mécanisme de la synthèse de l'acide salicylique.* IXe communication sur les déplacements intramoléculaires. Il s'agit de la synthèse au moyen de CO^2 et du phénolate de soude, découverte en 1859 par H. Kolbe, qui, plusieurs fois, a été l'objet d'une étude scientifique. Les hypothèses de E. Baumann (1878) et de B. Schmidt (1885). La nouvelle théorie des auteurs. — Ensuite M. Lobry de Bruyn présente au nom de M **J. J. Blanksma** : *L'oxydation intramoléculaire d'un groupe* SH *lié au benzène par un groupe* AzO^2 *en position ortho.* Les auteurs concluent ainsi : Il est possible d'oxyder dans le noyau du benzène un groupe SH en un groupe SO^3H avec la collaboration d'une molécule de H^2O, le groupe AzO^2 se réduisant en même temps en AzH^2. Cette réaction semble être favorisée par la présence de groupes CH^3 et par la lumière. — Enfin, M. Lobry de Bruyn présente au nom de M. **J. M. Dormaar** : *La transformation de la carvone et de l'eucarvone en carvacrol et sa vitesse.* Les trois substances dont il s'agit admettent les formules de constitution et les points d'ébullition :



± 228° Carvone — ± 236° Carvacrol — ± 215° Eucarvone

— M. A. P. N. Franchimont présente au nom de M. **F. M. Jaeger** : *Le benzylphtalimide et le benzylphtal-iso-imide.* Le benzylphtalimide $C_6H_4.(CO)_2.Az(CH_2.C_6H_5)$ se présente en deux modifications : une modification stable fondant à 115°,5 et à symétrie triclinique pinakoïdale, et une modification instable (obtenue pendant une froide nuit d'hiver) fondant à 115° et à symétrie monoclinique prismatique. Le benzylphtal-iso-imide $C_6H_4.(CO).O.C:Az(CH_2.C_6H_5)$ admet le point de fusion 82°,5 et la symétrie monoclinique prismatique. D'après MM. Hoogewerff et van Dorp, l'isomérie de l'imide et l'iso-imide se base sur une différence dans la liaison de l'atome Az et de l'atome O, comme l'indiquent les formules :



Benzylphtalimide. — Benzylphtal-iso-imide.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. L. Bolk présente au nom de M. **A. J. P. van den Broek** : *Les conduits génitaux de « Phalangista vulpina ».* L'auteur trouva chez un individu femelle assez jeune une disposition caractéristique, probablement en rapport avec les phénomènes de l'appareil génital propres aux *Marsupialia.* — M. J. M. van Bemmelen présente au nom de M. **Eug. Dubois** : *La direction et le point de départ du mouvement de la glace diluviale aux Pays-Bas.* — M. F. A. F. C. Went présente au nom de M. **H. P. Kuyper** : *Le développement du périthece du « Monascus purpureus Went » et du « Monascus Barkeri Dang ».* — M. Th. Place présente au nom de M. **J. W. Langelaan** : *La forme du myotome du torse.* Première communication. La structure segmentaire du torse des Vertébrés a mené à la notion du myotome. La forme en a été déterminée au moyen de deux méthodes principales. La première se base sur l'hypothèse d'une connexion primaire entre muscle et nerf, la seconde se sert de la dissection immédiate. L'auteur a étudié, en suivant la seconde méthode, la construction du myotome chez le *Petromyzon fluviatilis* et l'*Acanthias vulgaris.* Le premier myotome forme un entier; le second paraît être interrompu deux fois. — M. **C. A. J. A. Oudemans** présente le « Catalogue raisonné des Champignons des Pays-Bas ». — M. **H.-J. Hamburger** présente « Osmotischer Druck und Ionenlehre in den medinischen Wissenschaften » (La pression osmotique et la théorie des ions dans les sciences médicales), tome II.

P. H. SCHOUTE.

ACADÉMIE ROYALE DES LINCEI

Séances de Mai et Juin 1904.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — MM. **E. Millosevich** et **E. Bianchi** donnent les résultats de leurs observations sur la nouvelle comète Brooks 1904 *a.* — M. **E. Cesaro** transmet deux Notes sur les fondements de la Géométrie intrinsèque non euclidienne, et sur la même géométrie des espaces à courbure constante. — M. **A. Capelli** s'occupe, dans une note complémentaire, des relations algébriques qui existent entre les fonctions téta d'une variable, et du théorème d'addition. — M. **S. Pincherle** montre, d'une façon élémentaire, le lien étroit qui existe entre la conception de série sommable de Borel et celle de développement asymptotique due à Poincaré. — M. **M. de Franchis** s'est proposé d'établir quels sont les plans doubles doués de deux ou de plusieurs intégrales de différentielles totales de première espèce. — M. **L. Berzolari** s'occupe d'établir en combien de manières deux pyramides (de $n+1$ sommets), appartenant à un espace S^n à n dimensions, peuvent être homologiques; il démontre que, si $n > 3$, deux de ces pyramides qui n'ont ni sommets ni arêtes en commun peuvent être homologiques d'une manière seulement. — M. **H. Barbieri** s'occupe de rechercher s'il existe des surfaces représentables sur d'autres surfaces d'une manière conforme-conjuguée. — M. **E. Bortolotti** expose quelques théorèmes de calcul infinitaire. — M. **V. Reina** ajoute, à ses précédents travaux sur la nivellation le long du méridien de Rome, les déterminations astronomiques de latitude exécutées à Venise, à Donada et à Comacchio, en 1903. — M. **L. de Marchi** étudie la théorie mathématique de la circulation atmosphérique, et donne la solution analytique du

problème pour chaque région de l'atmosphère, pour la couche d'air touchant la Terre.

2° Sciences physiques. — Les deux hypothèses données pour expliquer la production d'énergie par les corps radio-actifs, par une transformation de l'atome ou par l'utilisation d'une énergie qui se propage partout, donnent l'occasion à **M. Bonacini** de décrire quelques expériences sur l'existence d'une énergie radiante inconnue. — Depuis quelque temps, **M. L. Magri** a entrepris une étude sur la réfraction des gaz en relation avec leur densité, et il décrit les résultats obtenus en opérant avec l'air. Ces résultats montrent que l'indice de réfraction de l'air sous pression s'accroît plus rapidement qu'il résulterait de la formule empirique $\frac{n-1}{d} = \text{const.}$, tandis que la formule de Lorentz $\frac{n^2-1}{n^2+1}\cdot\frac{1}{d}$ paraît plus exacte. — **M. C. Chistoni** a eu l'occasion d'examiner les traces de radio-activité par induction produites par un coup de foudre. — **MM. A. Pochettino** et **A. Sella** ont fait des recherches sur la conductibilité de l'air contenu dans des récipients fermés. Ces expériences montrent que la dispersion augmente au commencement, arrive à un maximum au bout d'un ou deux jours, et reprend ensuite sa valeur normale ; ce que l'on pourrait expliquer en supposant que l'air apporte avec soi une émanation radio-active qui agit sur les parois du récipient. — A l'aide d'appareils qu'il a construits, **M. D. Pacini** a exécuté de nombreuses recherches sur l'électrisation qui se manifeste dans l'eau, à laquelle on ajoute diverses substances colorantes, lorsque l'on fait barboter de l'air dans cette eau. — **M. E. Salvioni** communique les conclusions auxquelles il est parvenu en étudiant, avec beaucoup de constance et peu de fortune, les rayons N de Blondlot. Les recherches, exécutées avec un soin scrupuleux et de différentes manières, ont donné des résultats incertains; M. Salvioni croit que ces observations exigent des conditions particulières de sensibilité, qui non seulement diffèrent pour chaque individu, mais se montrent très variables chez une même personne. — **MM. A. Battelli** et **F. Maccarone** ont imaginé une disposition pour établir si les émanations radio-actives sont électrisées; mais ils ont reconnu de différentes manières que ces émanations ne présentent aucune trace de charge électrique. — **M. F. Eredia** trace des normes pour la prévision des innondations de fleuves en Sicile, à l'aide des observations pluviométriques. — **MM. R. Nasini** et **F. Anderlini** ont cherché à vérifier s'il était possible d'obtenir la combinaison directe de l'oxygène avec l'azote, à l'aide de la chaleur seulement; les expériences, exécutées au four électrique, ont donné des résultats négatifs; en outre, la température du four ne peut produire l'absorption de l'argon par le magnésium que dans une très faible mesure. — **MM. G. Bruni** et **A. Callegari** s'occupent de la congélation des solutions dans les solvants dimorphes, et des particularités que présente la marche du phénomène. — **MM. Bruni** et **Callegari** étudient encore les solutions solides entre nitro et nitrosodérivés, et s'occupent, en outre, de la configuration des stéréoisomères maleïques et fumariques, et des composés acétyléniques correspondants. — **MM. G. Plancher** et **O. Carrasco** décrivent l'action du chloroforme sur l'α-β-diméthylindol et sur la transformation du pyrrol en pyridine. — **M. M. Padoa** : Sur les équilibres entre le camphre et le bromocamphre. — **M. E. Mameli** décrit la préparation et les propriétés de l'éther méthylpipéronique qu'il a réussi à préparer. — **M. G. Gallo** indique une méthode qui permet de déterminer le tellure par voie électrolytique, en obtenant un dépôt adhérent résistant au lavage, et qui ne s'altère pas.

3° Sciences naturelles. — **M. G. Capellini** a examiné et étudié les restes fossiles d'une *Balaenoptera* de Borbolya en Hongrie, et il communique le résumé de ses observations. — **M. E. Clerici** décrit un appareil très simple qu'il a imaginé et qui permet d'exécuter la séparation mécanique des minéraux avec une faible quantité de liquides pesants. — **M. S. di Franco** a trouvé, dans les cavités des prismes basaltiques de Aci-Castello (Acireale), de très beaux cristaux de gmelinite, dont il donne la description et les dessins. — **M. A. Mosso**, poursuivant la description des expériences exécutées par lui sur le Mont-Rose, montre qu'à une grande altitude l'organisme devient moins sensible à l'anhydride carbonique inspiré, et donne des détails sur les changements qui se produisent dans la respiration à cause de la raréfaction de l'air, comme l'arrêt de la respiration, les effets sur cette dernière de l'oxygène pur et des mélanges d'oxygène et d'anhydride carbonique, les effets de la forte dépression barométrique qui ne peuvent s'expliquer par la tension affaiblie de l'oxygène. — **MM. B. Grassi** et **L. Munaron**, continuant leurs recherches sur la cause du goitre et du crétinisme, n'ont réussi à obtenir aucun effet en donnant aux animaux de l'eau que l'on pouvait croire capable de faire développer le goitre; la contagion transmise par les ordures, par le fumier, etc., paraît plus probable. On a observé, en outre, que pour le chien, comme on le sait déjà pour l'homme, il y a un étroit rapport entre le goitre et le crétinisme. — **M. A. Aggazzotti** a emporté des cobayes à la cabane Margherita, sur le sommet du Mont-Rose, à 4.560 mètres d'altitude, pour étudier les échanges respiratoires des animaux; il a reconnu qu'il se produit une légère augmentation, par l'effet de l'air raréfié, dans l'élimination de l'acide carbonique, tandis que l'oxygène absorbé reste le même. Dans ces phénomènes, on observe de fortes différences individuelles, et l'on remarque que le séjour dans l'air raréfié fait augmenter en poids les animaux. M. Aggazzotti a encore tâché de connaître les changements qui se produisent, par suite de la diminution de la pression barométrique, dans la composition de l'air de réserve qui reste dans les alvéoles pulmonaires. — **M. S. Baglioni**, ayant étudié l'action de l'oxygène sur la moelle isolée, décrit de nombreuses expériences qui permettent d'établir, avec toute certitude, que les centres nerveux de la moelle allongée, non seulement sont capables d'utiliser, pour prolonger leur vie et leurs fonctions, l'oxygène gazeux moléculaire à haute pression, mais aussi l'oxygène donné par des moyens chimiques oxydants, comme celui de l'eau oxygénée. — **M. F. Soprana** décrit la dégénérescence graisseuse des fibres musculaires du cœur, lorsque l'on pratique la section bilatérale des nerfs vagues, et insiste sur l'importance, au point de vue physiologique et pathologique, de cette dégénérescence. — **M. B. Gosio** a continué des recherches faites déjà par lui sur l'action des micro-organismes sur les sels de tellure, examinant cette action pour les sels de sélénium; et il a reconnu que cette action est bien définie, de manière que la bioréaction du sélénium peut être considérée comme « un indice de la vie bactérienne » qui se révèle par des colorations bien marquées. — **M. C. Acqua** a trouvé que le *Streptococcus* du *Bombyx* n'a aucune action directe sur la production de la flaccidité des vers à soie; et que, probablement, il ne s'agit pas dans cette maladie d'une espèce autonome, mais d'un cas d'adaptation du coccus commun de l'urée qui se modifie dans l'intestin du ver. — Le blé attaqué par le *Peronospora* (*Sclerospora macrospora* Sacc.) a été étudié **Cuboni**, qui rapporte ses observations, et a... la maladie peut se répandre lorsque le blé vient à se trouver, même pour très peu de temps, en contact avec l'eau.

Dans ses dernières élections, l'Académie a nommé associés étrangers **MM. P. Appel** et **M. Lœwy**, de l'Institut de France.

Ernesto Mancini.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

15e ANNÉE N° 17 15 SEPTEMBRE 1904

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Physique du Globe

Les Saints de glace. — Existe-t-il réellement des saints de glace les 11, 12 et 13 mai? Et, le cas échéant, faut-il en reporter l'origine à ce fait astronomique que la Terre rencontre un essaim de corpuscules qui viennent d'être refroidis dans les espaces lointains avant de s'approcher de leur périhélie?

La bibliographie de cette question serait assez longue et il faudrait recourir aux travaux du Dr Müttrich, de MM. von Bezold, V. Kremser, Plantamour, Gautier, Duaime [1], etc... pour les études locales. Si, en divers lieux, on peut trouver assez souvent, même pendant plusieurs années consécutives, des abaissements anormaux de la température à cette époque, il se trouve d'autres périodes, au contraire, qui se signalent par une élévation tout aussi anormale de la température; et, en plus et en moins, sur une cinquantaine d'années, ces écarts se compensent presque complètement, de sorte que l'époque où l'on place les saints de glace ne paraît pas être confirmée.

Dans cette forme, cependant, les résultats ne sont pas concluants, car le fait d'envisager des *températures moyennes* ne permet pas de bien mettre en relief le rôle attribué par l'opinion publique aux saints de glace; parfois, en effet, les retours du froid se manifestent bien par un abaissement général de la température. Mais, d'autre part, l'effet nuisible sur la végétation n'est souvent produit que par des *gelées tardives*. Or, la gelée du matin n'arrive guère que par un temps clair, et celui-ci peut amener ensuite une température assez élevée au milieu du jour suivant, de sorte que la température moyenne de ce jour atteindra un chiffre assez élevé : la température moyenne pourra donc ne pas signifier grand' chose, et mieux vaut, en ce qui concerne les saints de glace, envisager la question à un tout autre point de vue, en prenant pour base les *températures minima*, soit des jours présumés critiques, soit des jours qui les précèdent ou les suivent immédiatement.

Déjà l'origine astronomique des saints de glace ne correspond plus si bien à ce nouveau point de vue, qui a servi à diriger les plus récentes études de la question.

Dans cette voie, les abaissements du minima de mai paraissent encore très irréguliers, pas plus souvent aux saints de glace qu'aux autres jours, et le minimum moyen semble bien croître régulièrement du commencement à la fin de mai.

Sans être extrêmement étendues, les observations commencent cependant à être assez comparables pour pouvoir conclure.

Encore des saints qui s'en vont? à moins que l'anneau des corpuscules, lui-même, ne se dissémine?

L'insolation en Allemagne. — L'intérêt que présentent les relevés journaliers des heures de soleil a été maintes fois mis en évidence, notamment au point de vue des questions d'hygiène et de certaines études agronomiques, et, cependant, on ne possède jusqu'ici que des données fort éparses, alors que toute station agronomique importante devrait être munie d'un héliographe, que l'élément de l'insolation devrait préoccuper hautement les organisateurs d'établissements anti-tuberculeux, etc...

Si les données y sont encore incomplètes, le pays le plus favorisé actuellement est l'Allemagne, qui possède, disséminées sur tout l'empire (sauf en Bavière), trente-neuf stations munies d'un héliographe Campbell. Ce fait a donné au Dr Aug. Eichhorn l'idée de grouper toutes les observations pour esquisser des cartes d'isohélies [1]. Bien entendu, l'intensité de l'insolation est fortement influencée par les causes locales et par la situation topographique de la station [2]; mais on observe qu'elle décroît généralement quand la latitude augmente, tandis qu'elle croît de l'ouest à l'est; le long des côtes, plus d'heures de soleil que dans l'intérieur du continent; en hiver, à cause des brouillards bas, plus grande fréquence sur les sommets des montagnes; pénurie de soleil pour les centres industriels, les fumées et particules charbonneuses répandues dans l'air facilitant l'extinction des rayons, etc...

[1] Voir notamment *Archives des Sciences Physiques et Naturelles*, tomes XIX et XV.

[1] *Entwurf einer Sonnenscheindauer-Karte für Deutschland* : *Petermanns Mitteilungen*, 1903.

[2] V. A. LANCASTER : *Ann. de l'Observ. de Belgique*, 1899.

En somme, le travail du Dr Eichhorn n'est qu'un essai : mais cette première tentative est digne d'éloges et mérite surtout d'être développée et généralisée.

§ 2. — Art de l'Ingénieur

L'isochronisme des chronomètres. — On se figurerait à tort qu'un spiral théorique, c'est-à-dire à développement concentrique, réalise l'isochronisme pratique. Tout d'abord la pratique des fabriques, qui se borne d'ordinaire, pour les spiraux plats, à une courbe extérieure théorique, ne le réalise que très imparfaitement. Suivant la position du point mobile par rapport au point fixe, on se trouve en présence de 10 à 15 secondes d'anisochronisme dans l'un ou l'autre sens, suivant l'avance ou le retard des petits arcs, et là est une cause grave d'anisochronisme.

Il y a ensuite l'échappement : Ed. Philipps, E. Caspari ont démontré que, soit au spiral théorique, soit au spiral non théorique, et dans ce dernier type il faut ranger le spiral plat sans courbe, le frottement constant n'affecte pas l'isochronisme. Mais il faut l'entendre d'un spiral et d'un balancier considérés comme couple, et abstraction faite de tout échappement, ce qui permet de dire *à priori* que le développement concentrique ne réalise pas plus l'isochronisme pratique que le réglage des positions verticales. Il est résulté de cette confusion une défaveur pour les courbes Philipps, rigoureusement théoriques cependant; comme autre part, l'exception ici prouve la règle, et c'est déjà beaucoup de savoir construire une courbe théorique, de savoir quand on a affaire ou non à un spiral théorique.

A vrai dire, le frottement n'affecte pas directement l'isochronisme, mais il l'affecte indirectement par la perte d'amplitude et l'augmentation de l'effort de dégagement : c'est ce que l'on ne doit jamais perdre de vue en réglage pratique.

Une cause importante d'immobilisation du réglage — c'est encore de l'isochronisme pratique — réside dans l'emploi de spiraux à courbe extérieure sans courbe intérieure théorique. Ici la position du point d'encastrement mobile, le point d'attache en virole, règne en souverain, et, circonstance fâcheuse, plus d'un régleur ignore les effets sur l'isochronisme du point d'attache en virole, effets fâcheux qui ne se limitent point à l'isochronisme : alors, on tâtonne.

En réalité, si la théorie de la courbe intérieure théorique n'est point encore faite, celle-ci est cependant indispensable, et il n'est point de réglage complet possible avec la méthode du point d'attache : aussi E. Antoine, de Besançon, termine-t-il une intéressante étude[1] sur l'isochronisme pratique par les deux conclusions suivantes :

Les constructeurs d'échappements devront redoubler de zèle pour ne donner que des échappements en puissance de réglage ;

Les régleurs devront aborder résolument la courbe théorique intérieure.

§ 3. — Physique

Sur les cohéreurs à oxyde chaud. — Il y a deux ans, M. M. Hornemann signalait le fait qu'une couche d'oxyde interposée entre les parties d'un contact métallique se touchant donne à ce dernier une sensibilité remarquable, non pas seulement aux ondes de courant qui le traversent, mais également aux oscillations électriques agissant de loin sur le contact, qui se met à exécuter des oscillations mécaniques, susceptibles d'être entendues au moyen du téléphone.

Ces recherches, publiées dans le tome VII des *Annalen der Physik*, viennent d'être reprises, et c'est dans le tome XIV de cette même publication que nous trouvons le compte rendu de quelques récentes expériences se rapportant à l'effet de contact aux températures élevées. Alors que les couches d'oxyde chauffées n'exercent pas d'effet beaucoup plus intense dans le cas où les parties en contact sont d'un même métal, l'on constate un effet notablement plus intense lorsqu'on emploie des métaux différents.

L'auteur obtient des résultats intéressants en étudiant, au moyen d'un galvanomètre, l'action des radiations électriques sur un cohéreur plomb-cuivre (à couche d'oxyde interposée). Ce cohéreur, tout en se comportant en général comme un anti-cohéreur, analogue à une plaque de Schäfer (qui se décohère spontanément), a fonctionné dans certaines conditions comme un tube de Branly, ne se décohérant qu'en étant frappé. Dans le cas où l'on se sert d'un téléphone au lieu d'un galvanomètre, l'intensité acoustique augmente rapidement et fortement lorsqu'on chauffe le contact.

Ces phénomènes ne s'expliquent guère au moyen de l'hypothèse d'une modification de la résistance; il paraît, au contraire, qu'il faut tenir compte aussi d'une variation de la force électromotrice du courant thermique.

§ 4. — Electricité industrielle

L'accumulateur Edison. — A la récente réunion de la Société d'Electricité de New-York, tenue le 27 avril, M. R. E. Fliess[1] a donné une conférence sur l'accumulateur Edison. L'auteur a été lui-même pendant longtemps le collaborateur de l'expérimentateur américain. Comme il le fait ressortir, il a fallu le labeur assidu de bien des années pour assurer les qualités remarquables que présente l'accumulateur Edison dans son état actuel; des expériences spéciales ont été nécessaires pour étudier, par exemple, la forme et la composition de la matière isolante séparant les plaques, la forme et la position des électrodes, et bien d'autres détails de construction. Quant à la composition de la matière active, et à la disposition des poches contenant cette dernière, M. Edison a dû faire un nombre presque infini d'expériences individuelles. Les perfectionnements graduels apportés à la fabrication de l'accumulateur sont illustrés par une série de courbes projetées sur un écran; en effet, dans chacune des périodes successives, la capacité, la différence de potentiel et la durée des piles secondaires ont été accrues.

Les courbes montrant l'action dans la décharge ont été fort remarquées : il en résulte que la pile secondaire Edison peut se décharger à différentes reprises sans qu'il se produise une perte appréciable de la capacité en ampère-heures. Il en ressort également qu'on peut se servir d'un courant de charge fort intense sans nuire aux plaques. Des secousses répétées ainsi qu'un traitement maladroit permanent se sont également montrées sans effet.

§ 5. — Géologie

L'existence du Jurassique supérieur et de l'Infracrétacé en Grèce. — Au cours de deux campagnes qu'il a faites en Orient avec M. Ardaillon, M. L. Cayeux a rapporté de très intéressantes observations sur la géologie des environs de Nauplie, lesquelles lui ont permis de mettre en évidence une série de faits nouveaux d'une grande importance. Voici, d'ailleurs, les conclusions du Mémoire qu'il a récemment présenté, à ce sujet, à la Société géologique de France[2] :

1° Malgré l'extrême rareté des fossiles dans les formations antétertiaires de la Grèce continentale, on peut distinguer aux environs de Nauplie les éléments de trois faunes différentes :

[1] *Bulletin chronométrique de Besançon*, t. XV, 2e partie (Mémoires), 1904.

[1] *Electrical Review* (N. Y.), n° 20, 14 mai 1904.

[2] *Bull. de la Soc. géol. de France*, 4e sér., t. IV, p. 87 (1904).

Une faune kimméridienne découverte par Boblaye, attribuée par Deshayes au Rauracien;

Une faune hauterivienne à Céphalopodes (niveau J);

Une faune probablement barrémienne, à facies urgonien (niveau B).

Le Crétacé inférieur existe donc aux environs de Nauplie et il embrasse une série de dépôts dont l'épaisseur totale est de 800 à 1.000 mètres, bien que la formation soit vraisemblablement incomplète, aussi bien à la base qu'au sommet. Les couches à Céphalopodes n'occupent qu'une petite place dans ce terrain, qui est essentiellement formé de calcaires compacts, les uns d'origine *pélagique*, les autres *construits* à Rudistes et à Nérinées (Barrémien). L'existence de formations coralligènes dans l'Infracrétacé de l'Argolide est attestée par des calcaires bréchoïdes à Polypiers du niveau I. Quant aux sédiments franchement détritiques, ils attirent l'attention plus qu'il ne convient parce qu'ils déterminent une grande coupure dans la grande masse calcaire; ils ne représentent, en somme, qu'un épisode très court dans l'histoire de ce terrain;

2° La succession des faunes observées se fait suivant un ordre renversé, avec le Kimméridien au sommet de la série, et l'Urgonien à la base. Il est probable que toute la série étudiée fait partie d'un synclinal renversé vers l'ouest.

L'anticlinal supposé par Boblaye entre les citadelles de Palamede et d'Itschkaleh, et figuré avec doute par M. Philippson, n'existe pas; la série des terrains est continue, sans la répétition symétrique des mêmes horizons que Boblaye a indiquée, sur son profil, et que M. Philippson a admise implicitement en dessinant un anticlinal renversé;

3° La coupe de Nauplie fournit également d'intéressants documents sur les phénomènes éruptifs de la région. Elle met en évidence l'existence de plusieurs venues de serpentine, ou plutôt de roches ayant fourni de la serpentine par altération : l'une, qui est probablement jurassique, est représentée par les galets de serpentine du conglomérat à Nérinées et à *Diceras*, et peut-être par les grains de serpentine des niveaux D_2 et C_0, compris entre les faunes hauterivienne et urgonienne; l'autre par le filon serpentineux qui entame les calcaires urgoniens de Nauplie, et dont on peut dire seulement qu'elle est au moins infracrétacée. Quant aux débris de porphyrite du conglomérat D_2, on ne peut leur assigner qu'une seule limite d'âge; il est clair que la roche éruptive dont ils dérivent appartient tout au plus au Crétacé inférieur.

Ce groupe infracrétacé, considéré en bloc et au point de vue lithologique, présente des caractères qui lui créent une place à part dans l'Argolide et qui en font un système à physionomie particulière, reconnaissable à première vue.

On ne saurait trop admirer la sagacité de Boblaye qui, en 1833, a reconnu ce groupe sans le secours de fossiles et l'a isolé de tous les autres terrains de l'Argolide, sous le nom de *Série des calcaires lithographiques*. Ce système, qui n'avait, pour Boblaye, qu'une valeur purement lithologique, correspond rigoureusement à l'Infracrétacé des environs de Nauplie.

Le Crétacé inférieur des environs de Nauplie était le seul connu de toute la Méditerranée orientale au moment où M. Cayeux l'a signalé[1]. On sait, depuis les recherches de M. Deprat, qu'il est représenté par le Barrémien en Eubée[2]. Il serait prématuré de rechercher dès maintenant les analogies ou différences qu'il peut présenter avec celui d'autres régions. Pourtant M. Cayeux note l'analogie extrêmement frappante que présente une partie de l'Infracrétacé de l'Argolide avec celui du Tyrol méridional, dont M. Haug a publié une excellente étude en 1887.

[1] L. Cayeux : Existence du Crétacé inférieur en Argolide (Grèce). *C. R. Ac. Sc.*, vol. CXXXVI (1903), pp. 165-166.

[2] J. Deprat : Note préliminaire sur la géologie de l'île d'Eubée. *Bull. Soc. G. F.* (4e), III, 1903, p. 237.

§ 6. — Sciences médicales

Un moyen médical de combattre la tuberculose. — M. le Professeur Grancher, dont on sait la haute compétence en matière de tuberculose, vient d'attirer de nouveau l'attention du corps médical sur l'importance du diagnostic précoce de la tuberculose pulmonaire[1]. Après avoir montré les bons résultats des mesures hygiéniques appliquées en Angleterre, qui ont fait baisser de 40 °/₀ le taux de cette maladie, il a déclaré que l'on devait faire mieux, et il a montré qu'en effet, contrairement à l'opinion de Laënnec, acceptée encore par la majorité des médecins, on peut diagnostiquer les tubercules isolés, c'est-à-dire dépister la tuberculose quand elle est encore curable. A ce moment, l'examen des crachats est le plus souvent négatif, la radiographie est insuffisante, le sérodiagnostic est douteux et la tuberculine est dangereuse. Mais l'auscultation suffit. Il faut toutefois, pour découvrir les lésions, même minimes, des poumons, ausculter attentivement, et dans le silence le plus complet possible, les inspirations seules qui sont « fonctions des lobules pulmonaires ». Si l'on trouve que, d'un côté, l'inspiration est diminuée, qu'elle est rude ou faible, c'est suffisant; l'on a affaire à un sujet douteux. Il faut aussitôt instituer le traitement, car la tuberculose est alors encore curable par le repos, l'aération et la suralimentation. On comprend les conséquences pratiques de ces conseils du maître, car un grand pas sera fait le jour où l'on ne se contentera plus de soigner les tuberculeux, mais où l'on s'appliquera systématiquement à dépister la tuberculose autour d'eux; et ce sera un moyen plus efficace que la déclaration obligatoire et l'isolement, qui seront d'ailleurs difficilement obtenus dans notre pays.

L'anémie des mineurs. — Dans une séance récente de l'Académie de Médecine, M. le Dr Fabre, de Commentry, avait fait une longue communication tentant à prouver que l'ankylostome duodénal était la seule cause de l'anémie des mineurs. Dans une des séances suivantes, M. Manouvriez, de Valenciennes, s'est attaché à démontrer que, si ce parasite constitue bien la cause réelle de la maladie connue sous ce nom, il n'est peut-être pas toujours seul responsable des accidents observés. D'après l'auteur, l'*Anguillula intestinalis* et le *Pseudo-rhabditis stercoralis* s'associeraient souvent à lui, car on retrouve leurs œufs et leurs larves dans les selles de la plupart des malades : le premier de ces Nématodes semblerait même pouvoir exercer une action pathogène spéciale, se manifestant par une forme diarrhéique de la maladie, qui rappelle la diarrhée de Cochinchine. Dans un cas même, M. Manouvriez n'a pu constater dans les selles que des larves de *Pseudo-rhabditis*, en l'absence de tout ankylostome.

L'auteur profite de l'occasion pour rappeler que le mode normal d'accès de la larve dans le corps de l'homme est représenté par la voie digestive; cependant, la pénétration peut, d'après lui, se faire aussi par la voie cutanée, soit à la faveur des orifices pileux, soit par véritable effraction à travers l'épiderme, les larves d'ankylostomes étant parfois enkystées dans une sorte de fuseau siliceux à pointes aiguës. C'est une notion pathogénique nouvelle, qui pourrait peut-être expliquer, dans une certaine mesure, l'absence momentanée de larves dans les selles de malades pourtant profondément atteints.

§ 7. — Enseignement

La réforme des agrégations de l'Enseignement secondaire. — Le Ministre de l'Instruction publique vient de publier l'arrêté modifiant les con-

[1] *Société de l'Internat des Hôp.*, 23 juin 1904.

cours des agrégations de l'Enseignement secondaire.

Tout candidat au titre d'agrégé devra faire un stage dans un lycée et subir les épreuves du concours dans les conditions fixées de la façon suivante pour chaque ordre d'agrégation :

Agrégation de Mathématiques. — *Conditions préalables* : 1° Trois certificats de licence : Calcul différentiel et intégral, Mécanique rationnelle, Physique générale ;

2° Diplôme d'études supérieures de Mathématiques.

Epreuves préparatoires : Deux compositions (problèmes), l'une sur le Calcul différentiel et intégral, l'autre sur la Mécanique. — Durée de chaque composition : sept heures.

Deux compositions (problèmes) sur les matières du programme des lycées, l'une sur les Mathématiques spéciales, l'autre sur les Mathématiques élémentaires. L'une de ces compositions au moins comporte une application numérique. — Durée de chacune : sept heures.

Epreuves définitives : *a*) Une épreuve de Géométrie descriptive ;

b) Un calcul numérique.

La durée de chacune de ces épreuves est fixée par le jury ;

c) Une leçon de Mathématiques spéciales après quatre heures de préparation surveillée ;

d) Une leçon sur un sujet tiré des programmes des classes de seconde, de première (sections C et D) et de mathématiques, après quatre heures de préparation surveillée.

Les parties des programmes d'où sera tiré le sujet de cette leçon sont indiquées un an à l'avance.

Agrégation des Sciences physiques. — *Conditions préalables* : 1° Trois certificats de licence : Physique générale, Chimie générale, Mécanique rationnelle ou Mathématiques générales ;

2° Diplôme d'études supérieures de Sciences physiques.

Epreuves préparatoires : Une composition de Physique avec applications ;

Une composition de Chimie ;

Une composition de Physique sur le programme des lycées.

Durée de chaque composition : 7 heures.

Epreuves définitives : *a*) Dresser le programme des opérations à effectuer pour une leçon de lycée indiquée par le jury et les effectuer ;

b) Faire une manipulation de Chimie comportant l'analyse d'un mélange de sels et un exercice pratique sur le montage d'un appareil ;

c) Une leçon de Physique (avec expériences) ;

d) Une leçon de Chimie (avec expériences),

chacune d'après le programme des lycées, et après quatre heures de préparation surveillée dans un laboratoire ; les livres et documents demandés par le candidat seront, autant que possible, mis à sa disposition.

Un préparateur sera mis à la disposition du candidat.

Agrégation des Sciences naturelles. — *Conditions préalables* : 1° Trois certificats de licence : Zoologie ou Physiologie générale, Botanique, Géologie ;

2° Certificat de Physique générale ou de Chimie générale, ou, à défaut, certificat constatant que le candidat a subi avec succès les épreuves de Physique et de Chimie comprises dans le programme du certificat d'études physiques, chimiques et naturelles ;

3° Diplôme d'études supérieures de Sciences naturelles.

Epreuves préparatoires : Une composition sur un programme déterminé un an à l'avance et se rapportant à des questions de Physiologie générale, d'Anatomie comparée, de Paléontologie, etc. ;

Deux compositions d'après le programme des lycées ;

Les sujets de ces trois compositions seront choisis de manière que chacune des divisions des sciences naturelles : Zoologie ou Physiologie, Botanique, Géologie, y soient représentées.

Durée de chaque composition : 7 heures.

Epreuves définitives : *a*) Choisir, disposer ou préparer les objets destinés à l'illustration d'une leçon de lycée indiquée par le jury ;

b) Préparer et déterminer un certain nombre d'échantillons propres à entrer dans une collection d'enseignement de lycée ;

c) Une leçon sur un sujet tiré du programme des lycées (1er cycle) ;

d) Une leçon sur un sujet tiré du programme des lycées (2e cycle).

Chaque leçon sera faite après quatre heures de préparation surveillée dans un laboratoire ; les livres et documents demandés par le candidat, seront, autant que possible, mis à sa disposition.

Un aide sera mis à la disposition du candidat.

Les différents programmes prévus dans cet arrêté seront fixés par le ministre, sur la proposition des jurys d'agrégation et après avis de la section permanente du Conseil supérieur de l'Instruction publique.

Les candidats à l'agrégation, pourvus du grade de docteur ès sciences correspondant à l'agrégation à laquelle ils se présentent, sont dispensés du diplôme d'études supérieures.

Ces dispositions ne seront applicables qu'à partir de l'année 1907.

Personnel universitaire. — M. Mangin, docteur ès sciences, professeur agrégé des Sciences naturelles au lycée Louis-le-Grand, est nommé Professeur de la chaire de Botanique (Classification et familles naturelles des Cryptogames) au Muséum d'Histoire naturelle de Paris.

M. Roger, agrégé des Facultés de Médecine, est nommé professeur de Pathologie expérimentale et comparée à la Faculté de Médecine de Paris.

M. Curie, docteur ès sciences, chargé d'un cours complémentaire de Physique à la Faculté des Sciences de Paris, est nommé professeur de Physique à la dite Faculté.

M. Tannery, docteur ès sciences, est nommé professeur de Calcul différentiel et intégral à la Faculté des Sciences de Paris.

M. Houssay, docteur ès sciences, est nommé professeur de Zoologie à la Faculté des Sciences de Paris.

M. Raffy, docteur ès sciences, est nommé professeur d'application de l'Analyse à la Géométrie à la même Faculté.

M. Duboscq, docteur ès sciences, maître de Conférences de Zoologie à la Faculté des Sciences de Caen, est nommé professeur de Zoologie et Anatomie comparée à la Faculté des Sciences de Montpellier.

M. Fabre, agrégé des Facultés de Médecine, est nommé professeur de Clinique obstétricale à la Faculté de Médecine de Lyon.

M. Parisot, agrégé des Facultés de Médecine, est nommé professeur de Médecine légale à la Faculté de Médecine de Nancy.

M. Pérez, docteur ès sciences, est nommé professeur de Zoologie et Physiologie animale à la Faculté des Sciences de Bordeaux.

M. Chevastelon, docteur ès sciences, est nommé professeur de Chimie à la Faculté des Sciences de Clermont.

M. Cotton, docteur ès sciences, est nommé professeur de Mécanique rationnelle et appliquée à la Faculté des Sciences de Grenoble.

M. Cartan, docteur ès sciences, est nommé professeur de Calcul différentiel et intégral à la Faculté des Sciences de Nancy.

M. Drach, docteur ès sciences, est nommé professeur de Mécanique rationnelle et appliquée à la Faculté des Sciences de Poitiers.

LES PROGRÈS DE LA TECHNIQUE DES MATIÈRES EXPLOSIVES

DEPUIS LE DÉVELOPPEMENT DE LA CHIMIE ORGANIQUE

En entreprenant de donner ici un aperçu du développement de la technique des explosifs, je dois d'abord tenir compte du fait qu'avec l'édification de la Chimie organique le nombre des substances qu'on peut aujourd'hui qualifier d'explosives s'est accru d'une façon considérable.

Depuis le XIVe siècle, — si l'on fait abstraction des époques antérieures pour passer au moment incertain où le feu grégois devint explosif par l'addition de salpêtre, — il n'existe qu'une seule sorte de matière explosive, la vieille poudre noire, qui n'ait, au point de vue chimique, subi pendant cinq siècles presque aucune modification et aucune concurrence[1]. Mais, aujourd'hui, il n'y a guère de chimiste, parmi ceux qui travaillent dans la série organique, qui n'ait eu entre les mains une nouvelle matière détonante, et le nombre est légion des combinaisons qui ont été proposées comme explosifs au point de vue pratique. D'autre part, avec l'amélioration des moyens d'allumage, on a reconnu de nos jours, dans une série de substances chimiques très anciennement connues, des matières explosives puissantes. Ainsi j'ai fort souvent reçu, d'industries très pacifiques, des produits, manufacturés pendant des années sans précautions, qui, tout d'un coup soupçonnés — malheureusement non sans raison souvent — de posséder une nature explosive cachée, ne peuvent plus être préparés qu'en observant des règles de précaution sévères. Dans des matières colorantes autrefois fabriquées par milliers de kilogrammes, on a découvert des explosifs dangereux, et l'on a même trouvé des tendances à l'explosion dans une substance aussi innocente que le nitrate d'ammonium. En cet état de choses, il est compréhensible que le domaine dans lequel je me propose d'introduire le lecteur soit devenu très varié et très étendu; je n'insisterai donc, vu le peu de place dont je dispose, que sur les points essentiels, qui constituent les bornes de la technique.

I

L'omnipotence de la poudre noire ne commença à être compromise que vers la fin du XVIIIe siècle. Berthollet[2] venait de préparer le chlorate de potasse et s'efforçait d'utiliser sa force extraordinaire d'oxydation à la préparation de nouvelles matières détonantes. Ses résultats, d'abord pleins de promesses, ne conduisirent, en réalité, à aucun succès effectif par suite des explosions violentes qui se produisirent dans les essais de fabrication.

Les premières recherches relatives à l'action de l'acide nitrique concentré sur certaines combinaisons organiques, comme l'amidon, le bois et même le coton, effectuées dans les trente premières années du siècle dernier par Braconnot[1], puis par Pelouze[2] et par Dumas, restèrent également sans influence sur la technique des explosifs. On observa, il est vrai, la formation de substances facilement inflammables, prenant feu, en partie, vers 180°, et brûlant sans résidu; mais il ne fut pas question de leur application aux explosifs.

C'est vers le milieu de la quatrième décade du XIXe siècle que se placent les recherches qui aboutirent à une complète révolution de la technique des matières détonantes : en particulier, la préparation de la nitrocellulose par Christian-Frédéric Schönbein[3], l'éminent chimiste allemand, et celle de la nitroglycérine par Ascanio Sobrero[4], à Turin.

Schönbein découvrit, au commencement de l'année 1846, dans ses essais sur l'action oxydante des acides sulfurique et nitrique, que, si l'on plonge du coton dans un mélange de ces acides, une réaction remarquable s'accomplit. Quant à l'aspect extérieur, le coton n'a subi aucune modification : il présente la même apparence, la même structure qu'avant son immersion dans le mélange acide. Par contre, ses propriétés chimiques sont complètement transformées : la substance auparavant si inoffensive est devenue une combinaison éminemment explosive. Schönbein supposa d'abord qu'une oxydation avait eu lieu. Mais il montra bientôt que le produit d'oxydation supposé est formé aux dépens de la cellulose par élimination d'eau et introduction d'un radical acide nitrique dans la molécule cellulosique. Schönbein reconnut immédiatement la portée de cette découverte : il était convaincu d'avoir trouvé dans le coton nitré un succédané d'une extrême importance de la vieille poudre à canon.

Comme, à cette époque, la protection du succès matériel de l'activité intellectuelle sous la forme moderne du brevet d'invention faisait encore défaut, il différa la publication de la méthode de pré-

[1] Voir Romocki : Explosivstoffe, t. I, p. 207.

[2] 1786 (muriates oxygénés). Cf. Fehling : Handwörterbuch der Chemie, t. II, p. 663.

[1] *Ann. Chim. Phys.*, mars 1833. *Ann. der Chem.*, t. VIII, p. 245.

[2] *Ann. der Chem.*, t. XXIX, p. 38 (1838); cf. *Ann. der Chem.*, t. LXIV, p. 391.

[3] *Phil. Mag.*, t. III, (31), p. 7.

[4] *L'Institut*, t. XV, p. 59; *Ann. der Chem.*, t. LXIV, p. 393.

paration, ce qui n'empêcha pas, une fois le produit et ses propriétés connus, l'importance révolutionnaire de la découverte d'éclater aux yeux de chacun et un zèle ardent pour l'imitation de s'éveiller. Quelques mois plus tard seulement, le procédé est mis en œuvre de divers côtés : d'abord par le Professeur Böttcher [1], à Francfort, avec lequel Schönbein s'associa pour procéder à des applications communes; puis par le Professeur Otto [2], à Brunswick, dont la première publication sur un procédé pour la fabrication du coton-poudre est datée du 5 octobre 1846.

J'emprunte à une recette de Schönbein même [3] les indications suivantes sur la préparation et les propriétés du nouveau produit; elles nous montreront combien son invention avait été étudiée à fond et comme l'auteur en prévoyait les lointaines conséquences :

« Dans un mélange de trois parties en volume de vitriol ordinaire avec 1 partie d'acide nitrique le plus concentré possible, refroidi à 10° au moins, on introduit du coton brut de telle façon que la substance soit rapidement imbibée du liquide acide. Le coton doit être pur et ne contenir aucune capsule de graine; la température ne doit pas dépasser 13 à 14°. Après que l'imbibition est complète, on presse le coton mouillé pour éloigner l'acide en excès, qui servira ensuite au traitement d'une nouvelle quantité de coton. Le récipient rempli de coton pressé est d'abord placé pendant quelque temps dans l'eau froide, puis porté pour douze heures dans un endroit froid. Ensuite, le coton nitré est arrosé avec de l'eau dans une large capsule jusqu'à ce qu'il en soit complètement recouvert, laissé dix minutes en agitant fréquemment, puis pressé à nouveau; cette opération est répétée quatre ou cinq fois. L'eau acidulée est de nouveau employée au lavage du coton imbibé d'acide. Enfin, le coton est complètement purifié avec de l'eau fraîche, pressé, effilé et séché au soleil. »

Parmi les propriétés du produit ainsi obtenu, Schönbein relève les suivantes :

« La grande inflammabilité, la stabilité aux hautes températures jusqu'à environ 200°, l'absence de fumées dans la détonation, le fait que l'âme des armes à feu n'est pas attaquée d'une façon appréciable par les produits de l'explosion, l'inaltérabilité de la matière par l'eau et la récupération complète de la force explosive par la dessiccation, enfin, et avant tout, la plus grande capacité d'énergie, sous un même poids, comparativement à la poudre noire, capacité qui, suivant les conditions d'emploi, peut aller du double au quadruple. A cela s'ajoute la simplicité et la rapidité du procédé de fabrication et la sécurité des manipulations nécessaires. »

A ces avantages, il était impossible d'opposer quelque chose d'équivalent dans les milieux militaires des différents pays. Aussi voyons-nous bientôt Schönbein et Böttcher se lancer dans des négociations multiples pour la mise en valeur de l'invention. Celles-ci conduisirent, entre autres, à l'essai du coton-poudre en Angleterre, à l'arsenal de Woolwich, et à l'admission de la fabrication à grande échelle par la maison John Hall et fils, à Faversham; puis à des essais par une Commission particulière de la Confédération allemande, à laquelle appartenait, entre autres, le lieutenant autrichien von Lenk, et qui compta Liebig comme conseiller scientifique. Si le coton-poudre s'était montré un concurrent avantageux de la vieille poudre, les inventeurs auraient eu en perspective une récompense nationale.

Malheureusement, le succès ne répondit en aucune façon aux espérances qu'on avait d'abord conçues. L'entreprise anglaise finit par l'explosion, survenue en 1847, de la fabrique, non encore terminée, de Faversham. L'année suivante, des explosions formidables eurent également lieu en France, au Bouchet et à Vincennes. Avertissements terribles de ne pas mépriser les dangers qui sont liés à la fabrication du nouvel explosif! Les expériences allemandes stagnèrent par suite des complications politiques de l'année 1848 et conduisirent enfin à une décision négative de la part de la Confédération en 1851 : on argua que le coton-poudre était altérable, qu'il variait beaucoup dans son action, que les frais étaient trop élevés, etc.

Toutefois, le résultat des essais ne paraît pas avoir été entièrement négatif, car, dans les années qui suivirent, un arrangement intervint avec le Gouvernement autrichien, d'après lequel le procédé fut acheté aux inventeurs et les essais continués à Hirtenberg, près de Wiener Neustadt, sous la direction de von Lenk.

Les expériences de von Lenk ont amélioré à plusieurs points de vue la fabrication du coton-poudre. Il a d'abord dégraissé complètement, par ébullition avec une solution de potasse, le coton, mouliné pour en faciliter la manipulation; puis il a introduit un lavage de plusieurs semaines du produit nitré dans l'eau courante, un traitement avec une solution chaude de savon et enfin une immersion dans une solution de verre soluble. Ce dernier traitement devait assurer une augmentation de la stabilité par le carbonate alcalin qui se forme à l'air, ainsi qu'un dépôt d'acide silicique incombustible dans les pores et, par là, la produc-

[1] Juillet 1846. Cf. G. W. A. Kahlbaum : Monographieen aus der Geschichte der Chemie, n° 6, p. 131.

[2] *Hannoversche Zeitung*, 5 octobre 1846.

[3] Cf. Kahlbaum : loc. cit., p. 131.

tion d'une nitrocellulose plus dense, brûlant plus lentement.

Le coton-poudre de von Lenk jouit pendant un temps de la réputation d'une matière éminemment stable, de sorte que, vers 1860, rien ne paraissait, à ce point de vue, s'opposer à la généralisation de l'emploi du coton-poudre. Mais le triomphe sur d'autres difficultés, en particulier au point de vue balistique, se montra plus difficile qu'on ne l'eût jamais supposé. Le coton-poudre détone si violemment dans le canon des fusils que les armes volent en éclat ou sont, au moins, endommagées. Malgré une préparation compliquée par l'entrelacement des fils nitrés en tresses ou en cordelettes, on ne parvint pas à régler la combustion de la manière nécessaire, et lorsque, en 1862, survint l'explosion d'un dépôt de coton-poudre sur la lande de Siemering, puis, trois ans plus tard, celle d'un deuxième magasin sur la lande de Steinfeld, près de Wiener Neustadt, toutes deux attribuées à une auto-décomposition du coton-poudre, la fabrication de cet explosif fut également suspendue en Autriche.

Dans l'intervalle, des essais se continuaient aussi activement en Angleterre, sous la direction de Frederik Abel. Celui-ci était arrivé à la conviction que les raisons qui avaient amené la suspension des travaux sur le continent étaient exagérées et que le jugement défavorable porté sur la stabilité du coton-poudre de von Lenk, auquel des savants français comme Pelouze et Maurey[1] avaient également souscrit, n'était pas justifié. Abel entreprit de très nombreuses recherches avec la nitrocellulose préparée et purifiée d'après le procédé de von Lenk et la trouva satisfaisante à toutes les conditions exigibles au point de vue de la stabilité. Par contre, il estima que les indications de von Lenk pour la régularisation de la vitesse de détonation étaient susceptibles d'amélioration. Par trituration dans des moulins à cylindres, comme ceux qu'on emploie pour la préparation de la pâte dans la fabrication du papier, il réduisit la cellulose nitrée à l'état de division le plus fin, puis il transforma par une forte pression la nitrocellulose pâteuse en une masse compacte, à laquelle on pouvait donner, suivant la forme de la presse, la grandeur et la configuration voulues. Abel connaissait aussi la granulation d'une masse pâteuse additionnée d'un peu de liant par agitation dans un vase doué d'un mouvement oscillant, et il fit breveter, en novembre 1865, l'emploi de mélanges de nitrocelluloses solubles et insolubles avec addition de solvants tels que l'éther-alcool comme ciment pour la production de masses solides ou gélatinisées. Mais je ne sache pas que ce procédé ait été jusqu'à présent rendu pratique.

Le procédé de trituration de la nitrocellulose dans les moulins à cylindres et sa compression en masses compactes ont constitué un progrès important dans son emploi, mais non toutefois dans le sens prévu en premier lieu par Abel : celui de la régularisation de la vitesse de combustion dans les applications balistiques. Le coton-poudre comprimé d'Abel s'est montré beaucoup trop brisant dans le tir. Mais, par la transformation du coton-poudre en bouillie, on a obtenu une meilleure garantie de lavage à fond, et la substance comprimée préparée au moyen d'une pâte aussi bien travaillée présentait, sur celle de von Lenk, des avantages considérables au point de vue de l'uniformité et de la régularité. Sous cette forme solide comprimée, le coton-poudre est particulièrement approprié comme explosif brisant.

Toutefois, son emploi se rattache encore à une découverte beaucoup plus importante. L'allumage simple, avec une mèche, comme il se pratique avec la poudre noire déposée dans un trou de mine pour en provoquer sûrement l'explosion avec toute son énergie, ne suffit pas pour le coton-poudre. Dans ce cas, il brûle en général très rapidement sans détonation, à condition qu'il ne soit pas trop bien renfermé. Il était donc nécessaire d'apprendre d'abord à développer d'une façon simple l'énergie totale de l'explosif jusqu'à sa plus haute mesure. Nous allons trouver la solution de ce problème en étudiant le second des deux corps nitrés qui offrent, à notre point de vue, le plus grand intérêt : la nitroglycérine.

II

Sobrero fut le premier à apercevoir l'application aux usages explosifs de la nitroglycérine, qui se prépare si simplement au moyen de la glycérine, obtenue à prix modique et en très grande quantité dans la fabrication des savons. Dès la découverte du corps, il avait remarqué l'action détonante terrible au choc ou par le chauffage. Mais la nitroglycérine se montre encore plus indifférente que le coton-poudre vis-à-vis de l'allumage simple, auquel la poudre noire réagit si puissamment.

Il en résulta que l'explosif fut connu pendant près de vingt ans sans trouver d'autre emploi qu'une application médicale. C'est seulement vers 1860 qu'Alfred Nobel commença ses essais en vue d'utiliser l'énergie de la nitroglycérine à l'art des explosifs. Je vais essayer d'en retracer les principales phases. Très au courant du travail des explosifs de toute sorte par le concours qu'il avait prêté à son père dans des expériences de cette nature, il paraît avoir reconnu de bonne heure les mérites exceptionnels qui devaient assurer à la nitroglycé-

[1] Pelouze et Maurey : *Dingler's polyt. Journal*, t. CLXXIV, p. 209 (1864).

rine le premier rang parmi les matières explosives.

A côté des avantages d'énergie puissante et de grande vitesse d'explosion, Nobel comprit l'importance du poids relativement élevé de la nitroglycérine comparé à son volume, poids qui dépasse de moitié celui des cotons-poudres comprimés, pour la production de l'énergie explosive. Cette propriété permettait la concentration de l'énergie dans un petit espace, et, par conséquent, une grande épargne dans le percement des trous de mines. Ce fait est de la plus grande importance, car les frais de percement dépassent de beaucoup, dans les opérations d'explosion, le prix de la poudre même. Il en résulte une économie de temps, la possibilité de faire sauter des corps durs (comme des blocs d'acier, des masses de fer, etc.), ce qu'on ne peut obtenir avec la poudre. Sur tout cela, Nobel fonda sa conviction de la supériorité de cet explosif sur tous les autres, et c'est le mobile qui le poussa à ne pas se relâcher un instant jusqu'à ce qu'il eût dompté cette énergie de géants pour le service de l'humanité : travail digne d'admiration, si l'on se rappelle comment, malgré la peine et le danger, malgré les revers de toute sorte qui frappèrent si durement Nobel, les difficultés en apparence insurmontables furent résolues pas à pas, avec une énergie toujours renaissante.

C'est Nobel qui fit connaître le premier le principe par lequel on peut déclancher avec sûreté la force détonante des combinaisons nitrées. En 1864, il essaya d'abord [1] d'augmenter l'action des mèches d'allumage ordinaires par une petite addition, une charge initiale de poudre noire à combustion rapide. Les résultats furent meilleurs, mais la méthode n'était pas encore satisfaisante. Il continua ses recherches, pour trouver bientôt la solution définitive. L'étude de l'état de la question nous montrera que les éléments de cette solution étaient connus.

En 1800 déjà [2], Howard avait préparé les premiers fulminates, qui présentent pour tous les chimistes, même ceux qui ne s'occupent pas des substances explosives, un intérêt de premier ordre. Les propriétés merveilleuses de ces substances subjuguèrent, entre autres, comme l'on sait, le jeune Liebig, à tel point qu'étant encore aide-pharmacien, — puis de nouveau plus tard, — il entreprit leur étude. Ces recherches eurent une importance prépondérante sur le cours de sa vie. Une explosion de ses préparations de fulminate l'éloigna de la pharmacie, et la renommée de ses travaux, d'abord personnels sur le fulminate d'argent, puis en collaboration avec Gay-Lussac à partir de 1824, le porta, à l'âge de vingt-six ans, dans la chaire de Chimie de Giessen [1].

Le fulminate de mercure détone violemment, aussi bien par le choc ou la percussion que par l'allumage simple. On reconnut de bonne heure que, par suite de cette propriété, il se prête à l'allumage de la poudre par percussion; déjà, en 1815, il fut employé, par un armurier anglais du nom de Joseph Egg, pour les capsules dans les armes à main.

En 1864 [2], Nobel alluma sa charge initiale de poudre noire pour nitroglycérine avec des capsules de ce genre.

Enfin, en 1867 [3], il abandonnait la poudre noire et introduisait les capsules au fulminate de mercure, encore aujourd'hui en usage, pour la détonation de la nitroglycérine. Il a donc montré le premier qu'au moyen de ces substances fulminantes on peut non seulement allumer, mais aussi faire détoner facilement et sûrement les corps qui ne font pas explosion par l'allumage simple. Edwin O. Brown, collaborateur d'Abel et second chimiste du Ministère de la Guerre anglais, montra bientôt après [4] que les cotons-poudres d'Abel peuvent être, de la même manière, portés à la détonation.

C'est cette découverte — consistant en ce que, à l'aide de fulminate de mercure comme charge initiale, la force explosive du coton-poudre ainsi que de la nitro-glycérine, et, ajouterons-nous, d'une grande quantité d'autres corps détonants, est mise en mouvement à volonté — qui peut être caractérisée comme le plus grand progrès accompli dans la technique des matières explosives depuis l'invention de la poudre noire. Elle permit seule l'emploi généralisé des combinaisons précitées aux usages explosifs. Par elle seule, il a été possible de reconnaître et d'utiliser la nature détonante d'un grand nombre d'autres explosifs importants. On s'est, depuis lors, plus d'une fois efforcé de trouver un succédané approprié des fulminates, à cause des divers dangers que présente leur fabrication, mais jusqu'ici sans succès.

Les capsules au fulminate étaient autrefois allumées au moyen d'une mèche ordinaire; aujourd'hui, elles le sont généralement par l'électricité.

Avant l'année 1863, la nitroglycérine était employée directement sous sa forme liquide aux usages explosifs, ainsi qu'on le fait encore aujourd'hui dans les districts pétrolifères américains, par exemple pour frayer un chemin aux jets de pétrole [5].

[1] Brevet anglais, n° 1813, du 20 juillet 1864.
[2] Cf. Guttmann : Industrie der Sprengstoffe, 457 (1895).

[1] Volhard : *Ann. der Chem.*, t. CCCXXVIII, 1-40.
[2] Brevet anglais, n° 1813, du 20 juillet 1864.
[3] Brevet anglais, n° 1345, du 7 mai 1867.
[4] F. A. Abel : Contributions to the history of explosive agents. *Phil. Trans.*, 1869; *Journ. Chem. Soc.*, 1870, p. 52.
[5] Witt : Die chemische Industrie auf der Weltausstellung

Il est facile de deviner que cette méthode comporte toutes sortes de dangers dans les exploitations minières. Le transport de la nitroglycérine liquide n'offre pas seulement de grosses difficultés, mais encore le fait que l'explosif liquide pénètre dans les fentes et les interstices de la pierre et se soustrait ainsi à l'allumage rend le travail de déblaiement après l'explosion extrêmement dangereux. Il en résulte aussi que l'emploi de la nitroglycérine liquide offre des difficultés importantes pour les trous de mines dirigés non vers le bas, mais latéralement ou vers le haut.

Dès 1863, Nobel s'efforça, à l'aide de corps solides, poreux, comme la poudre noire, le charbon, la pâte de papier, etc., d'amener la nitroglycérine sous une forme où elle pût être mise en cartouches maniables sans danger.

On raconte — mais je ne puis me porter garant de la véracité de ce récit — que Nobel fut conduit par une observation fortuite à la découverte du mélange connu aujourd'hui sous le nom de dynamite Il expédiait alors la nitroglycérine dans des récipients en fer blanc qui étaient emballés dans une enveloppe de *kieselguhr*[1] destinée à les protéger des chocs et des coups. Un de ces récipients coula et la nitroglycérine pénétra le *kieselguhr*. A cette occasion, Nobel constata le pouvoir d'absorption extraordinaire de cette terre d'infusoires pour la nitroglycérine. Il trouva que, avec une teneur d'environ 75 % en nitroglycérine, on obtient une substance pétrissable, à peu près de la consistance du mastic des vitriers, qui est beaucoup moins sensible au choc et à la percussion que la nitroglycérine et qui, en vertu de ses qualités plastiques, se prête remarquablement à la confection de cartouches pouvant être commodément introduites dans les trous de mines. La forme était ainsi donnée sous laquelle la nitroglycérine pouvait être employée d'une façon générale comme explosif, et, en effet, une fabrication intensive prit alors naissance. C'est en 1861 que Nobel commença la fabrication en grand de la nitroglycérine aux environs de Stockholm. En 1865, il fondait la célèbre fabrique continentale de Krummel-sur-l'Elbe, encore aujourd'hui la plus importante, et, bientôt après la découverte de la dynamite, nous trouvons rapidement des fabriques de nitroglycérine en marche dans la plupart des pays[2].

A côté de la dynamite, l'emploi du coton-poudre comprimé s'était considérablement développé pour certains usages particuliers, surtout après que Brown eut trouvé qu'on peut aussi le faire détoner violemment à l'état humide au moyen d'une charge d'allumage d'un peu de coton-poudre sec. Ces cotons-poudres humides[1] offraient une matière très insensible au choc, à la percussion et au bombardement, et présentaient, par conséquent, de grands avantages sur la dynamite, surtout pour les applications militaires. Bientôt, la plupart des puissances militaires utilisèrent le coton-poudre humide[2] (ou rendu moins dangereux par la paraffine) pour les cartouches explosives des troupes du génie et dans les armes creuses de toute nature.

Pour les explosions de mines, les cotons-poudres ne purent concurrencer la dynamite, à cause de leur prix, de leur densité minime, de leur manque de plasticité, et surtout des gaz dégagés, si riches en oxyde de carbone et, par conséquent, si dangereux pour les travailleurs. A leur avantage, il faut toutefois relever le fait que la dynamite, dans les trous de mines humides, laisse facilement s'écouler de la nitroglycérine, car l'eau déplace cette dernière du kieselguhr; mais, à cet inconvénient de la dynamite, Nobel trouva aussi un remède.

Déjà en 1847 on avait remarqué que certaines nitrocelluloses, en particulier celles qui sont les plus pauvres en azote, possèdent la propriété de former des gélatines avec divers solvants. Schönbein trouva aussitôt une application extrêmement importante de cette remarquable propriété. Il utilisa la solution de nitrocellulose dans l'alcool-éther comme préservatif pour les blessures; cette substance, connue sous le nom de collodion, est encore aujourd'hui d'une grande importance. On trouve, d'autre part, des indications très nombreuses sur ce sujet dans la littérature. Il suffit de rappeler les projets de Hartig[3] datant de l'année 1847, les communications d'Abel[4] concernant la densification de la cellulose comprimée par le mélange éther-alcool, le celluloïd des frères Hyatt[5] de l'année 1849, etc. Ces nombreux essais de gélatinisation de la nitrocellulose, dans des buts techniques variés, préparèrent la décou-

zu Chicago und in den Vereinigten Staaten von Nord-Amerika im Jahre 1893.

[1] Terre siliceuse, formée par des carapaces d'infusoires microscopiques, dont il existe de grands gisements en Allemagne.

[2] Cf. H. de Mosenthal : *The 19th Century*, n° 260, p. 567 (*Soc. Chem. Ind.*, mai 1899) ; puis « Das Dynamit und seine culturhistorische Bedeutung », édité par la Société par actions de la Dynamite Nobel, à l'occasion de l'Exposition du Millénaire hongrois. Vienne, 1896.

[1] Des explosifs au coton-poudre humide furent fabriqués pour la première fois en Allemagne par la Fabrique de coton-poudre pour l'Armée et la Marine à Krappamühle (1873), puis par Wolff et Cie, à Walsrode ; cf. M. Von Förster : Ueber die comprimirte Schiesswolle fur militarische Zwecke, 1886.

[2] Brevet allemand n° 23.808 de Wolff et Cie, à Walsrode, et brevet allemand n° 26.014 de F. Forster, à Berlin.

[3] Hartig : Untersuchungen uber den Bestand und die Wirkung der explosiven Baumwolle, Brunswick, 1847 ; cf. aussi Romocki : Geschichte der Explosivstoffe, t. II, p. 167.

[4] Abel : *Chem. News*, t. XXIV, p. 18 (1866) ; t. XXV, p. 203 (1867).

[5] Romocki : *loc. cit.*, p. 265.

verte de la dynamite gélatinée par Nobel en l'année 1878.

Depuis longtemps, outre l'inconvénient du départ de la nitroglycérine par l'arrivée d'eau, le fait que les 25 °/₀ de la dynamite étaient constitués par une matière inerte le contrariait. Il chercha à condenser la nitroglycérine en une masse plastique par l'addition de substances solubles, ainsi que cela se pratique pour le celluloïd avec le camphre, et il utilisa dans ce but le coton-poudre dès 1867, sans arriver au résultat désiré. En 1875, un hasard lui montra que le collodion possède l'action voulue sur l'huile détonante, et il incorpora à la nitroglycérine le coton collodionné, d'abord à l'aide de solvants appropriés, puis ensuite sans leur secours, par le seul emploi du malaxage à haute température. On obtient ainsi la gélatine explosive, matière analogue au caoutchouc, relativement stable vis-à-vis de l'eau, d'une manipulation plus sûre et d'une énergie détonante plus élevée.

Depuis lors, des matières explosives à la nitroglycérine gélatinée — mélangées avec de la sciure de bois, du salpêtre ou d'autres sels, et avec une teneur moindre en nitroglycérine — ont été fabriquées en grand pour provoquer diverses sortes d'explosions. Ces classes de corps détonants — gélatine explosive, dynamite gélatinée — ont formé jusqu'à ce jour le principal contingent des explosifs à la nitroglycérine [1].

Les nombreux accidents qui s'étaient produits dans le transport comme dans l'emploi de la nitroglycérine liquide avaient provoqué vers 1866 une telle crainte que la préparation et l'utilisation en furent de divers côtés — ainsi en Belgique, en Suède, au Danemark, en Angleterre — légalement interdites. La preuve de la sécurité relative de la dynamite fit lever ces interdictions. Depuis cette époque, l'importance de la fabrication de la dynamite s'est accrue dans des proportions colossales. Elle était en 1867 d'environ 11 tonnes, en 1874 d'environ 3.000 tonnes; aujourd'hui, on emploie annuellement des millions de kilogs de dynamite [2]. Les frais d'extraction dans le travail des mines ont été réduits d'au moins 30 °/₀ à la suite du remplacement de la poudre noire par la dynamite. Pour ne citer qu'un exemple, relatif aux exploitations minières de Prusse, on a, en 1894, c'est-à-dire pour une seule année, réalisé une économie d'environ 34 millions de francs, attribuable à ce changement des substances explosives [3]. On ne songe plus maintenant à se priver des services de ce géant des explosifs. Si, aujourd'hui, sur la terre, il n'y a plus aucun empêchement aux travaux d'extraction et si les trésors du sol sont partout devenus facilement accessibles, c'est à la dynamite que l'humanité le doit.

III

Reportons maintenant de nouveau notre attention sur le problème de l'emploi des combinaisons nitrées aux usages balistiques.

La confiance acquise par les expériences d'Abel dans la stabilité de la nitro-cellulose a agi puissamment dans cette voie. Mais, malgré des efforts multiples, les substances nitrées ne parvinrent pas, jusqu'au milieu de la huitième décade du siècle dernier, à constituer un remplaçant satisfaisant, au moins pour la poudre de guerre. Je laisse ici de côté la poudre de chasse; les conditions qu'on lui demande sont remplies par la poudre noire; mais là aussi l'utilisation des combinaisons nitrées rencontre des difficultés relativement moindres.

Les améliorations importantes apportées vers 1870 aux armes de tir exigèrent des poudres de guerre des conditions impérieuses que la poudre noire ne pouvait plus remplir : avant tout, à côté d'une énergie élevée, une combustion plus lente dans l'âme, même aux hautes pressions. La décomposition de la poudre, pour donner le plus grand travail possible, doit se poursuivre de telle sorte qu'une pression progressive se développe, en allant en croissant, sur le projectile déjà en mouvement.

Ensuite, il est absolument indispensable, pour les nouvelles armes à tir rapide, que la poudre brûle sans résidu, pour éviter une perturbation du mécanisme de tir, et qu'elle brûle sans fumée, pour que, par un tir rapide, le champ de tir reste clair. Enfin, les petits calibres exigent un moyen de propulsion de plus grande énergie.

Mais on constata de plus en plus que la poudre noire, dans les nouvelles armes, malgré une préparation compliquée au point de vue de la forme et de la pression, brûlait encore beaucoup trop rapidement, au moins dans les armes à main; pouvait-on alors espérer utiliser avec succès les poudres nitrées, si extraordinairement brisantes?

Les faits chimiques connus à cette époque nous paraissent, si nous jetons aujourd'hui un regard en arrière, avoir été entièrement suffisants pour montrer à quiconque la voie au bout de laquelle se trouvait le succès. Si une condensation appropriée était le chemin conduisant au but, alors des procédés pour la gélatinisation de la nitro-cellulose étaient déjà connus et utilisés techniquement. Mais, à l'inverse de ce que nous voyons dans la découverte de la poudre noire, le progrès dans le développement des combinaisons organiques nitrées jusqu'à la poudre

[1] Sur les essais pour l'utilisation de la gélatine explosive aux besoins militaires, voyez les travaux de Hess, Roth, Siersch, etc.

[2] Guttmann (*Chem. Zeitschr.*, t. I, p. 92 [1901-02]) donne pour 1899 une fabrication totale de dynamite de 62.150 tonnes, pour l'Allemagne seulement de 10.300 tonnes.

[3] La dynamite..., *loc. cit.*, p. 48.

actuelle n'est pas le résultat d'un empirisme incessant, trouvant par hasard le joint heureux; il se rattache, au contraire, à une série d'expériences systématiques et scientifiquement conduites.

Les essais de tir avec le coton-poudre avaient appris que cette combinaison sous forme libre possède, à un beaucoup plus haut degré que la poudre noire, la tendance à une variation subite de la vitesse de combustion lorsque la pression s'élève dans l'arme, et par là la tendance aussi à donner naissance à de hautes pressions, soudaines et dangereuses. L'observation de telles différences conduisit à reconnaître l'importance d'une étude approfondie du mode de combustion de la poudre dans le tube pour le développement ultérieur de la question des poudres de tir.

La solution d'un tel problème exige des méthodes de mesures exactes des vitesses des projectiles et des pressions qui se développent dans l'arme au moment du tir.

C'est au capitaine anglais Noble, qui poursuit encore aujourd'hui sa tâche avec une fructueuse activité sous le nom de Sir Andrew Noble, que nous devons la méthode qui forme maintenant la base de nos mesures de pression. Il inventa en 1860 son appareil à écrasement (manomètre crusher), au moyen duquel on détermine la pression d'après le degré de compression d'un cylindre de cuivre sur lequel appuie un poinçon d'acier mis en mouvement par les gaz de la poudre.

Ce simple dispositif, avec les perfectionnements appropriés [1], s'est montré un auxiliaire précieux dans le domaine de la Balistique intérieure.

En 1870, pendant le siège de Paris, Berthelot montra comment l'on peut déduire la force détonante d'une substance explosive de sa chaleur de formation et de celles de ses produits de combustion ; ses recherches bien connues, qu'il a exécutées, en partie, en collaboration avec Sarrau et Vieille, ont fourni les matériaux expérimentaux nécessaires pour ces déductions. A celles-ci viennent s'ajouter les travaux des mêmes savants sur la vitesse des phénomènes d'explosion, le mode de propagation de l'action explosive, etc. Malheureusement le peu d'espace dont je dispose m'oblige à résister au désir d'exposer en détail ces belles recherches. Elles jetèrent une lumière nouvelle sur les différences déjà observées dans l'action de la poudre noire et des combinaisons organiques nitrées et sur les avantages exceptionnels de ces dernières.

Les recherches de Vieille « sur les différents modes de combustion des substances explosives d'après leur agglomération », commencées en 1884 et publiées en octobre 1893, sont d'une importance particulière pour la solution du problème de la transformation du coton-poudre sous une forme utilisable pour la poudre de guerre. Ces travaux méritent de retenir pendant quelques instants notre attention.

Piobert avait essayé, en 1839, de ramener l'action de la poudre dans les armes à feu à une grandeur facilement déterminable expérimentalement : la vitesse de combustion de la poudre à l'air libre. Il trouva que, dans ce dernier cas, les poudres noires fabriquées normalement brûlent suivant des couches parallèles et concentriques, et il admit que, dans les armes à feu, par conséquent aux hautes pressions également, le mode de combustion est le même.

Mais on reconnut bientôt ensuite [1] que la pression exerce une influence notable sur la vitesse de combustion, et Sarrau trouva que la seconde hypothèse de Piobert, d'après laquelle la poudre noire doit aussi brûler sous pression d'après des surfaces parallèles et concentriques, ne se vérifie pas, car la proportionnalité de la durée de combustion et de l'épaisseur de la couche brûlée des grains de poudre, qui devrait être la suite nécessaire d'une telle supposition, n'existe pas en réalité.

Les expériences que Vieille [2] exécuta en 1884 et 1885 montrèrent que la combustion des poudres suivant des surfaces parallèles n'est qu'un cas exceptionnel, qui, en réalité, ne se présente jamais avec les poudres noires fabriquées à cette époque. Il trouva que même les poudres prismatiques brunes, considérées alors comme un progrès si important et dont on expliquait précisément la supériorité par le fait que leur déflagration est régulièrement progressive grâce à leur combustion en couches concentriques, ne brûlent pas, en réalité, suivant cette loi pendant le tir.

Il ressortait de cela que l'hypothèse d'après laquelle on possédait, pour la poudre noire, par l'emploi de grains de poudre comprimés et d'une forme donnée, un moyen assuré de régulariser la durée de combustion, n'était pas exacte. Toutes ces formes de poudre se décomposent, bientôt après l'allumage, en grains élémentaires plus petits et différents suivant les conditions de la fabrication, de telle sorte qu'il n'y a plus aucun rapport entre la vitesse de combustion et la forme originale du grain de poudre.

[1] Sarrau et Vieille : Etude sur l'emploi des manomètres à l'écrasement. *Mem. des Poudres et Salpêtres*, t. I, p. 357 (1882) ; t. II, p. 126.

[1] Voyez les travaux de Frankland et Saint-Roberts, Rovel, Castan, Sébert et Hugoniot, Moisson, Sarrau, Roux, et ensuite W. Wolff : Über die Verbrennungsweise des Pulvers, *Kriegstechn. Zeitschr.*, t. I (1903).

[2] Etude sur le mode de combustion des matières explosives. *Mém. des Poudres et Salp.*, t. VI, p. 256. Note publiée par ordre du ministre de la Guerre sur les nouvelles poudres de guerre (poudres sans fumée). *Mém. des Poudres et Salp.* t. III, p. 9 (1890).

Tous les mélanges de substances explosives comprimées, composées essentiellement de constituants cristallins, se comportent de la même façon. Il est possible, il est vrai, de fabriquer à l'aide de tels mélanges des poudres présentant le mode de combustion régulier désiré, mais seulement lorsqu'on utilise des pressions telles que la densité des poudres obtenues dépasse 1,85 [1]. Mais ces poudres noires fortement comprimées brûlent alors si lentement qu'elles ne peuvent être employées, pour les usages balistiques, que sous forme de très grandes surfaces, et de plaques ou de fils extrêmement minces. Or, l'application d'éléments pulvérulents si minces est impossible en pratique pour des mélanges cristallins tels que la poudre noire, parce que ceux-ci sont trop durs et trop cassants.

Mais Vieille trouva alors que la nitrocellulose gélatinée et la plupart des corps nitrés gélatinés possèdent toujours la propriété de brûler en couches parallèles, de sorte que, dans des temps égaux, des couches de même épaisseur sont gazéifiées. On possède ainsi le moyen de régulariser la durée de combustion de la poudre : on lamine régulièrement la masse gélatinisée en plaques minces, et on la coupe ensuite en feuilles ou en bandes. Les formes de poudres se laissent préparer en couches suffisamment minces, car, dans cet état, ces masses colloïdales sont pâteuses et capables de résister à la rupture. On a ainsi la possibilité de s'adapter à toutes les exigences balistiques des armes actuelles dans des limites très étendues, par un choix approprié de la forme d'une part, de la vitesse spécifique de combustion, d'autre part. La durée de combustion est proportionnelle à l'épaisseur pour des éléments de poudre géométriquement semblables ou en couche mince superficielle; on peut régler la vitesse de combustion à l'intérieur de l'élément de poudre par la composition chimique, par exemple par la valeur de la teneur en azote de la nitrocellulose.

Je dois ajouter ici que, déjà vers 1880, on fabriquait des poudres gélatinées [2] au moins en partie, comme la poudre préparée au moyen de cellulose de bois du capitaine d'artillerie prussien Ed. Schultze, gélatinée d'abord superficiellement pour diminuer l'hygroscopicité, puis ensuite, lorsqu'on remarqua l'influence de la gélatinisation, gélatinée plus à fond par traitement des grains de poudre avec l'éther acétique. La poudre RCP, fabriquée d'abord par Max von Duttenhofer à Rottweil, était aussi une poudre gélatinée à action balistique appréciable. Mais il manquait à toutes ces premières poudres à la nitrocellulose la forme régulière et la gélatinisation égale et complète de la matière bien cylindrée, c'est-à-dire les éléments capables d'assurer une utilisation rationnelle. Les progrès dans la construction des canons pouvaient encore se poursuivre avec l'emploi des poudres prismatiques brunes, qui — au moins tant que les pressions à l'allumage ne dépassèrent pas une certaine limite — brûlaient relativement lentement et régulièrement. Mais, pour des progrès nouveaux dans le domaine des armes à main, des moyens de propulsion fabriqués suivant des principes analogues ne pouvaient suffire, et l'on peut dire que la découverte de Vieille vint juste à son heure, au moment où les propriétés de la poudre noire ne pouvaient plus suivre le perfectionnement des armes.

Après que l'on eût ainsi obtenu, comme élément de la poudre, une substance dont la vitesse de combustion peut être fixée à volonté, et que la surface de la poudre eût ainsi gagné une tout autre importance pour la réalisation de travaux balistiques déterminés, un grand nombre de formes de poudres différentes firent rapidement leur apparition : à côté des feuilles originales, des bandes, des fils, des tubes, etc... Ces différentes conformations doivent être choisies avec discernement pour les armes ou les trous de charge auxquels elles sont destinées, afin d'obtenir l'allumage initial voulu.

Comme moyen de gélatinisation des nitro-celluloses, on emploie, comme nous l'avons dit, un mélange d'éther et d'alcool, de l'éther acétique ou de l'acétone, liquides volatils qui, après la mise en forme, doivent être séparés de la poudre aussi complètement que possible. L'éloignement de ces parties volatiles de la masse gélatinée n'est pas toujours facile sans dommage pour la poudre.

Mais, en 1888, Alfred Nobel [1] fit savoir qu'on peut préparer un type de poudre d'une grande valeur pour certains usages en remplaçant, dans la gélatinisation de la nitrocellulose, les solvants volatils inertes par de la nitroglycérine, qui reste alors comme constituant actif dans la poudre terminée.

Les poudres de cette nature, qu'on désigne sous le nom de poudres à la nitroglycérine, apparaissent, en ce qui concerne l'énergie chimique, comme les plus parfaites. Elles possèdent une plus grande vitesse de combustion que la nitrocellulose gélatinée. Au point de vue de la stabilité du poids, également, elles se comportent favorablement, car, le moyen de gélatinisation n'étant pas volatil, sa présence ne donne pas lieu à des pertes de poids

[1] La densité maximum des variétés courantes de poudres était de 1,78.

[2] A citer aussi la poudre RC de Reid et Johnson, et la poudre JB de Judson et Borland.

[1] Brevet allemand n° 51.471 (1889).

par évaporation pendant la conservation normale. Les hautes températures de combustion des poudres riches en nitroglycérine présentent, il est vrai, des difficultés, par suite de la détérioration considérable des armes qui en résulte.

Ces types de poudres sont représentés par la balistite de Nobel; la cordite anglaise en est une imitation.

IV

A notre époque, où les jeunes gens de tous les pays sont exercés de bonne heure au maniement des armes à feu, les progrès qui ont été la conséquence des perfectionnements successifs de la poudre de tir sont connus de chacun. Il n'entre pas dans le cadre de cette étude d'y insister en détail. On peut dire toutefois que les espérances fondées par Schönbein sur son nouvel explosif au point de vue balistique ont été largement dépassées. La possession de la nouvelle poudre de guerre assure une telle supériorité sur des adversaires munis seulement de la poudre noire qu'elle est décisive pour la question de l'existence d'un État. Les nouveaux armements utilisant cet explosif se sont succédé avec une telle rapidité chez toutes les nations civilisées qu'il n'y a pas lieu de s'étonner si, au cours de cette fabrication en grand, une série de difficultés s'est présentée, qui n'a pas eu pour conséquence l'interdiction de l'emploi des nouvelles poudres, — les avantages qu'elles présentent sont trop évidents, — mais qui a causé de grands efforts et de grandes peines. Les fabricants de poudres sans fumée n'ont pas toujours couché sur des lits de roses, et, aujourd'hui encore, il y a beaucoup à apprendre jusqu'à ce que ceux qui sont engagés dans cette voie soient débarrassés de tout souci.

Au cours des lignes qui précèdent, nous avons vu plusieurs fois que, dans la recherche de l'utilisation des combinaisons nitrées aux usages balistiques, deux grandes questions surgissent l'une à côté de l'autre : d'une part, le moyen d'obtenir une stabilité, une indécomposabilité et une sûreté suffisantes de la substance pour la manipulation; d'autre part, le moyen de mettre en action, d'une façon régulière et appropriée, l'action détonante, en apparence si difficile à dompter.

L'emploi des celluloses nitrées gélatinées et mises sous une forme convenable a donné la solution générale du second de ces problèmes. Mais, tout en permettant l'essor rapide de la fabrication des nitrocelluloses, cette solution a ramené au premier plan la première question.

Plusieurs explosions violentes, qui se sont produites encore récemment[1], ont montré qu'il y a toujours des lacunes au point de vue de la sûreté de la fabrication de la nitrocellulose, et plusieurs défauts dans la qualité explosive des substances fabriquées ont obligé à reconnaître qu'une étude encore plus approfondie de la nature du corps détonant s'imposait pour pouvoir garantir avec certitude l'uniformité et la capacité de travail du produit fabriqué. C'est pourquoi beaucoup de zèle et de temps ont été dépensés jusqu'à nos jours pour apprendre à connaître plus intimement les propriétés chimiques et physiques des nitrocelluloses dans leurs rapports avec les conditions de la fabrication.

J'extrairai des nombreuses recherches qui ont été publiées sur la façon dont les celluloses nitrées se comportent au point de vue chimique les résultats qui sont essentiels pour l'emploi de ces combinaisons aux besoins de la Balistique.

On sait déjà, depuis 1847, qu'on peut obtenir, par la nitration de la cellulose, des combinaisons à teneur variable en azote suivant la concentration des acides employés; on sait aussi que certains produits pauvres en azote sont solubles dans le mélange éther-alcool.

Dans la littérature, on trouve encore très répandue cette indication qu'une modification progressive des conditions de nitration produit une variation par sauts de la teneur en azote, ce qui autorise à distinguer des di-, tri-, tétra-nitrocelluloses[1], et l'on a plusieurs fois cherché à isoler ces stades définis de nitration hypothétiques. Toutefois, la multiplication des matériaux d'expériences a montré qu'il n'existe pas de discontinuité dans la marche du processus de nitration au point de vue de la teneur en azote. Les recherches de Bruley[2], en 1895, l'ont établi sans laisser aucun doute. Mais, depuis lors, on a encore complété les essais nécessaires pour fixer les rapports qui existent entre les conditions de nitration, d'une part, et les propriétés du produit, de l'autre[3]. On a soigneusement étudié l'influence d'une variation de la teneur en eau de l'acide nitrant ou d'une modification du rapport des acides sulfurique et nitrique sur toutes les propriétés de la nitrocellulose qui interviennent dans la fabrication de la poudre : teneur en azote, solubilité dans le mélange éther-alcool, viscosité des solutions, capacité de formation de mélanges stables avec la nitroglycérine. On sait que la teneur en eau de l'acide nitrant est d'une importance prépondérante : lorsqu'elle augmente, la teneur en azote décroît régulièrement, mais non suivant une loi de proportionnalité simple. La solubilité dimi-

[1] Par exemple celle de Toulon, en 1899.

[1] Eder : *Ber. der d. ch. Gesell.*, t. XIII, p. 169 (1880); Vieille : *Mem. des Poudres et Salp.*, t. XI, p. 212.

[2] *Mem. des Poudres et Salp.*, t. VIII, p. 131.

[3] Voir aussi Guttmann : *Chem. Zeits.*, t. I, p. 124.

nue également d'une façon régulière, mais aussi suivant une fonction spéciale qui n'est pas la même que celle de la teneur en azote, avec la teneur en eau de l'acide. On connaît des produits de même teneur en azote et de solubilités très différentes, et inversement. J'ai emprunté à un travail de Lunge

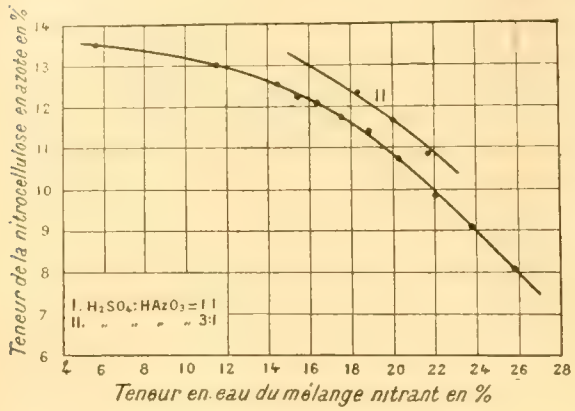


Fig. 1. — *Rapports entre la teneur en eau des mélanges nitrants et la teneur en azote des nitrocelluloses.*

et Bebie[1] les figures 1 et 2; elles donnent un exemple des résultats obtenus. Elles indiquent en abscisses la teneur en eau, en ordonnées la teneur en azote pour la figure 1, la solubilité dans le mélange éther-alcool pour la figure 2. Des rapports analogues se déduisent des autres travaux publiés[2] et, d'une façon encore plus complète, des maté-

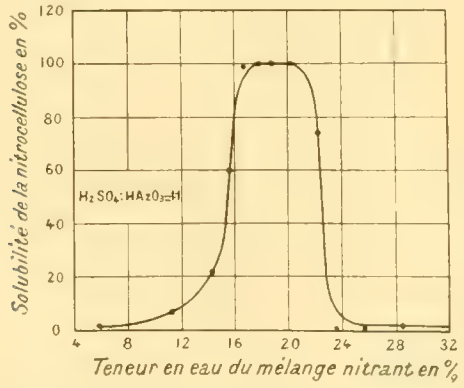


Fig. 2. — *Rapport entre la teneur en eau d'un mélange nitrant et la solubilité de la nitrocellulose dans le mélange alcool-éther.*

riaux rassemblés dans les laboratoires industriels.

A l'inverse des nombreuses indications que l'on trouve encore aujourd'hui dans la littérature, il est établi que l'acide sulfurique n'agit pas seulement comme déshydratant dans le sens d'une élévation de la teneur en azote, mais encore qu'il influe aussi sur la constitution des nitrates de cellulose, au point de vue de la solubilité et de la viscosité, d'une manière qui dépend de la variation de la teneur en acide sulfurique, mais qui n'est pas parallèle à la variation de la teneur en azote.

On a mieux reconnu jusqu'à quel point le rapport du mélange acide à la cellulose employée influe sur le phénomène depuis que l'on considère que ce n'est pas la concentration de l'acide dont on part, mais la concentration qui s'établit pendant la nitration par absorption d'eau qui détermine la nature du produit nitré, pourvu que l'on prolonge la nitration, comme il est nécessaire pour obtenir un produit homogène, jusqu'à l'établissement de l'équilibre chimique.

Toutes ces connaissances sont d'une grande importance pratique, car l'emploi de la nitrocellulose ne se règle pas seulement sur la teneur en azote, qui, naturellement, doit être la plus élevée possible quand on veut obtenir une substance d'une très grande énergie. Pour pouvoir servir à la fabrication de la poudre, la nitrocellulose doit posséder une certaine solubilité dans le mélange éther-alcool pour la production d'une gélatine, puis une certaine viscosité de la solution pour que la gélatine soit transformable en feuilles minces élastiques ou en tubes consistants.

Mais, à côté de ces exigences, qui pourraient encore être complétées dans diverses directions, surtout si l'on considère la question si importante de l'économie du travail, il subsiste au tout premier plan le problème de la stabilité des corps nitrés vis-à-vis de la possibilité d'une décomposition spontanée ou aussi d'une modification de leur nature pendant leur conservation dans des conditions normales. Dans ce domaine également, les recherches récentes ont réalisé d'importants progrès.

Les méthodes de purification de Lenk et d'Abel se bornaient à débarrasser par un lavage à fond la nitrocellulose de l'acide resté adhérent, puis à neutraliser, par traitement avec un agent à réaction alcaline, les traces d'acide qui pouvaient subsister ou se former ultérieurement. Nous savons aujourd'hui que de tels moyens ne suffisent pas, au moins pour toutes les variétés de nitrocellulose.

On avait déjà constaté, en 1846, que l'on peut faire bouillir pendant longtemps le coton-poudre avec de l'eau, le laver et le purifier complètement de cette manière, sans lui faire perdre ses propriétés explosives. On paraît toutefois avoir douté pendant longtemps, dans la fabrication du coton-poudre, qu'une ébullition prolongée fût avantageuse pour la préparation d'un produit stable. Avec le perfectionnement des méthodes d'essais, on s'est cepen-

[1] W. Will : *Mittheilungen der Centralstelle fur wissenschaftlich-technische Untersuchungen*, nos 2 et 3; voyez aussi *Zeitschr. fur anorg. Chem.*, 1901, nos 30 et 31; G. Lunge et J. Bebie : *Zeitschr. fur angew. Chem.*, 1901, p. 483.

[2] Bruley : Sur la fabrication des cotons nitrés. *Mém. des Poudres et Salp.*, t. VIII, p. 111. Lunge et Bebie : *loc. cit.* Kissemsky : *Art. Journ.*, 1897, no 8 (en russe); *Mém. des Poudres et Salp.*, t. X, p. 64.

dant rendu compte, depuis un certain nombre d'années, que, par un simple traitement à l'eau froide, il n'est pas possible d'atteindre une stabilité suffisante pour la plupart des nitrocelluloses, et qu'un travail de purification profonde par ébullition prolongée ne peut être évité. Dans ce travail, les parties les moins stables des nitrocelluloses paraissent être transformées progressivement en combinaisons solubles dans l'eau et ainsi éliminées.

Les nouvelles recherches, en particulier celles qui ont été exécutées à la *Centralstelle fur wissenschaftlich-technische Untersuchungen*, ont montré[1] que les nitrocelluloses nécessitent, pour atteindre le plus haut degré possible de stabilité, un travail de purification très différent suivant la composition du mélange nitrant qui a servi à leur fabrication, par exemple des durées d'ébullition très diverses. Ce travail de purification est dans un rapport très étroit avec la concentration de l'acide nitrant. Ces recherches ont également conduit à la découverte de critères sûrs pour juger du degré de stabilité des nitrocelluloses. On avait jusqu'alors jugé de la stabilité par le temps qui s'écoule, dans des conditions déterminées, — chauffage à une température élevée fixe, — jusqu'à ce qu'on observe les premières traces d'une décomposition de la substance, ou bien par la perte de poids que subissent les cotons-poudres après une certaine durée de chauffage; on observait la marche de la décomposition pendant un intervalle de temps assez long, ou le progrès de la décomposition dans l'unité de temps dans des conditions de travail bien déterminées. On trouva ainsi que la régularité de la décomposition est la caractéristique d'une nitrocellulose bien stable. On reconnut ensuite que, pour toute nitrocellulose pure, correspondant à une concentration déterminée de l'acide nitrant, il existe une constante de dédoublement fixe, c'est-à-dire qu'elle dégage, dans l'unité de temps, dans des conditions bien définies, toujours la même quantité d'azote, qui est caractéristique du plus grand degré possible de stabilité de ce produit nitré.

Des cotons-poudres, purifiés de telle façon qu'ils présentent une constante de dédoublement correspondant au plus grand degré de pureté, peuvent être chauffés plusieurs fois à des températures atteignant 135°, jusqu'à ce qu'ils aient perdu le tiers de leur poids, sans jamais montrer une tendance à la décomposition spontanée. Ils ont été conservés pendant plusieurs années dans des conditions défavorables, sans que leur constante de dédoublement ait été réduite. Les cotons-poudres préparés autrefois ne présentent jamais une pareille stabilité et une telle uniformité.

[1] Voir Lunge, *loc. cit.*

J'ai obtenu, grâce à l'obligeance de la *Dynamit Aktien-Gesellschaft*, anciennement Alfred Nobel et Cie, une nitrocellulose de Lenk, provenant d'une vieille fabrication, probablement des environs de 1860. Il était à supposer qu'une telle nitrocellulose, préparée par l'emploi répété d'un même bain nitrant, avec la soi-disant seconde nitration, sans renouvellement de l'acide et sans connaissance de la purification nécessaire, devait contenir côte à côte des parties de stabilités très différentes. L'expérience a montré, en effet, que, dans la même masse, on trouve mélangées des portions de la meilleure constitution et d'une stabilité qui ne

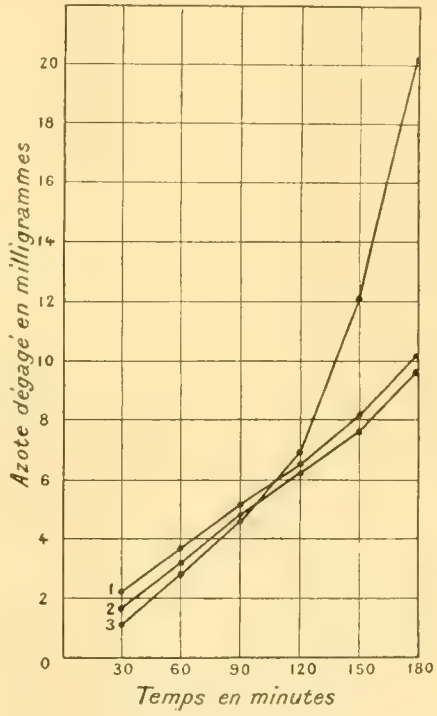


Fig. 3. — *Essais de stabilité de trois échantillons de coton-poudre de Lenk.*

laisse rien à désirer, et d'autres qui ne répondent pas aux critères d'un produit de stabilité sûre.

Les courbes de la figure 3 résument les résultats de ces essais. Les abscisses représentent les temps de chauffe, les ordonnées les quantités d'azote dégagé en milligrammes. On constate combien sont différents les dégagements de trois échantillons de coton-poudre de Lenk pris dans le même flacon.

J'ai aussi pu étudier du coton-poudre fabriqué à Faversham en 1846, qui avait été enfoui en terre pendant plus de quarante ans à la suite de l'explosion de la première fabrique de coton-poudre; j'en dois un petit échantillon à l'obligeance de Sir Frederic Abel. Il est encore complètement explosible et remarquablement stable.

Au Bernouillanum de Bâle, on montre encore du coton-poudre de Schönbein, conservé dans une

grosse boîte en carton; il doit être aussi entièrement stable. Mais, comme je l'ai entendu dire, l'azote qu'il renferme s'est abaissé jusqu'à celui de la ouate de pansement de Bruns; la quantité de ce coton ne diminue pas non plus, quoique maint admirateur de Schönbein en ait déjà emporté un échantillon en guise de souvenir. En cela, il se comporte absolument comme la célèbre tache d'encre de la Wartburg.

De tout ce qui précède, il résulte que, depuis Lenk et Abel, on a fait de grands progrès dans la fabrication des nitrocelluloses stables, et qu'aujourd'hui on peut garantir suffisamment l'obtention d'un coton-poudre stable à la conservation dans des conditions normales. En ce qui concerne la stabilisation de la nitroglycérine, on n'a pas rencontré jusqu'à présent de difficultés. La question se présente alors naturellement de savoir si l'on peut, sans autres soins, préparer avec ces matériaux des poudres de tir suffisamment stables.

Les règles pour la transformation de la pâte de nitrocellulose en poudre gélatinée sont si simples qu'au premier abord la question paraît devoir être résolue par l'affirmative. La nitrocellulose est d'abord mélangée avec l'agent gélatinisant, c'est-à-dire avec un liquide neutre. On peut aujourd'hui pratiquer cette opération sans séchage préalable, depuis que l'on a appris à déplacer l'eau par l'alcool ou, dans le cas de la gélatinisation de la nitroglycérine, à soumettre le mélange en suspension aqueuse à l'excellent procédé de Lundholm et Sayers[1]. On procède à un mélange intime par pétrissage, puis on concentre la masse dans des cylindres pour la débiter ou pour la mettre en forme à l'aide de presses hydrauliques et de matrices appropriées. Enfin, on sèche à une température qui n'altère pas la nitrocellulose pure.

Malgré tout, on a observé des cas dans lesquels des nitrocelluloses très stables ont fourni des poudres qui ne l'étaient pas autant. Une étude plus approfondie a fait trouver une série de causes qui n'ont pas d'influence nuisible sur la nitrocellulose seule, mais qui agissent très défavorablement sur la stabilité des poudres gélatinées.

Si, par exemple, il se produit une faible décomposition au sein de la masse gélatinée, par suite de la présence d'une impureté quelconque, — comme dans le cas cité par M. Simon Thomas au dernier Congrès international de Chimie appliquée, et où la présence d'un clou en fer dans une poudre à la nitroglycérine produisit un commencement de décomposition, — alors la chaleur dégagée dans la réaction et les produits de décomposition ne peuvent s'échapper de la gélatine et la réaction peut continuer à se propager. Dans le coton-poudre, une accumulation locale de cette nature, agent d'une décomposition plus avancée, ne peut pas se produire au même degré. Il n'est pas impossible aussi que certains produits de décomposition des liquides gélatinisants, se formant sous l'influence de l'air, de la lumière et de l'humidité, comme les superoxydes d'éther ou d'acétone ou d'autres, agissent d'une façon défavorable. Il y a là un champ pour de nouvelles recherches chimiques, dont la réunion expliquera les observations isolées de stabilité insuffisante des poudres gélatinées et fournira les moyens d'y remédier. Au point de vue de l'absence de dangers dans la fabrication et la manipulation, les poudres à la nitrocellulose présentent sur la poudre noire des avantages incontestables.

V

Le coton-poudre et la nitroglycérine, à cause de leur importance dans la technique explosive, ont pris la plus grande partie de la place qui était mise ici à ma disposition. Je dois donc me borner dans l'examen des autres substances explosives.

Quelque grand que soit le nombre des substances capables de détoner qui aient été trouvées dans le domaine de la Chimie organique, la plupart n'ont aucune valeur pour la technique explosive. Avant tout, les superoxydes organiques, les corps azoïques, les combinaisons acétyléniques sont, soit trop sensibles, soit trop chers pour être pris en considération. Les espérances qu'on avait fondées sur l'emploi des combinaisons azothydriques ne se sont nullement réalisées jusqu'à présent.

De même, les mélanges d'air liquide et de corps combustibles désignés sous le nom d'oxyliquite n'ont pas encore dépassé le stade des essais préliminaires. Les explosifs aux chlorates et aux perchlorates, qui n'ont jamais été entièrement perdus de vue depuis Berthollet, attirent aujourd'hui de nouveau l'attention, depuis que le chlorate de potassium est fabriqué à si bon marché par voie électrolytique. On attend encore de voir comment les explosifs dits à l'aluminium — explosifs dont l'action et l'inflammabilité doivent être accrues par l'addition d'aluminium finement pulvérisé — se comporteront.

Une plus grande importance a été acquise par une série de corps nitrés, — en soi relativement très insensibles, — et dont la force détonante n'a été reconnue et mise en valeur qu'à l'aide de la méthode de l'allumage initial avec les fulminates d'Alfred Nobel. La voie a été ouverte dans cette direction par les travaux d'Hermann Sprengel. Il a montré[1], en 1873, qu'un très grand nombre de mé-

[1] Brevet allemand n° 53.296 (12 sept. 1889).

[1] On a new class of explosives, which are not explosive

langes de combinaisons riches en oxygène avec des corps combustibles peuvent détoner violemment à l'aide d'une capsule de fulminate. A ce genre appartiennent les mélanges de substances organiques de toute nature, hydrocarbures, leurs produits de nitration, nitrophénols, etc., avec l'acide nitrique, ou, si l'on veut obtenir des explosifs solides, les gâteaux de chlorate de potassium imbibés de liquides organiques, nitrobenzène, sulfure de carbone, pétrole, etc., enfin les mélanges de salpêtre ammoniacal avec la poudre. Dans ce travail, l'auteur a aussi indiqué pour la première fois que l'acide picrique, sous l'influence de l'allumage initial du fulminate de mercure, est un explosif puissant.

La poursuite des recherches inaugurées par Sprengel a porté des fruits dans deux directions. D'une part, l'acide picrique, fabriqué jusqu'alors uniquement pour la teinture, a acquis une grande importance comme explosif[1]. La simplicité de sa fabrication à l'état pur, sa grande insensibilité au choc, à la percussion, ainsi qu'à l'allumage ordinaire, l'énergie puissante qu'il met en liberté à l'aide d'une capsule détonante, toutes ces propriétés le désignaient comme particulièrement approprié aux desseins de la technique militaire. Il est aujourd'hui fabriqué en grand par centaines de milliers de kilogrammes, et, dans ce domaine, il s'est plusieurs fois substitué au coton-poudre humide. Pour sa préparation[2], on utilise encore la nitration de l'acide phénolsulfonique, quoique d'autres méthodes, — comme celle qui, partant du chlorobenzène, procède à la nitration, au remplacement du chlore par l'hydroxyle[3], puis à une nouvelle nitration, — se soient montrées très praticables. A côté de l'acide picrique, les combinaisons nitrées voisines, comme le trinitrotoluène et les crésols trinitrés, ont acquis une importance technique.

Mais la continuation des travaux de Sprengel a conduit à des résultats encore plus importants dans le domaine des substances désignées sous le nom d'explosifs de sûreté. Sprengel a fait valoir, pour ses mélanges explosifs, qu'ils offrent une très grande sûreté de manipulation, car la formation de l'explosif s'effectue d'une façon simple, au lieu même où il doit être utilisé, en faisant absorber le corps organique liquide par des cubes de chlorate. Le principe de la préparation des explosifs sur place ne s'est pas généralisé, malgré la méthode si simple en apparence de Sprengel, et quoiqu'il ait été avantageusement employé dans certains cas, comme lorsqu'on fit sauter les rochers d'Hellgate dans le port de New-York.

Beaucoup de mélanges explosifs préparés d'après les indications de Sprengel, tels que les mélanges contenant du salpêtre ammoniacal, se sont montrés, tant au point de vue de leur faible inflammabilité par le choc ou la percussion qu'à d'autres égards, d'une grande sécurité dans les explosions de mines.

Le travail des houillières, avec l'augmentation de la consommation et le percement des galeries à des profondeurs plus grandes, a coûté des sacrifices de plus en plus nombreux de vies humaines, par suite des coups de grisou ou des explosions de poussière de charbon, dont la plus grande partie ont été allumés par les substances explosives[1]. Or, jusqu'à présent, il a été tout à fait impossible de renoncer à l'usage des explosifs dans l'exploitation de ces mines. On a été ainsi conduit à essayer s'il ne serait pas possible d'écarter, ou tout au moins de diminuer les dangers par l'emploi d'explosifs ne provoquant pas l'allumage du grisou. Cette importante question, après avoir été plusieurs fois abordée, soit d'une façon privée, soit officiellement, a été étudiée d'une façon approfondie, à partir de 1877, par une série de Commissions gouvernementales.

Une solution favorable de la question parut au premier abord peu probable. Les gaz grisouteux ont une température d'allumage de 600° à 700°, tandis que les explosifs produisent des gaz d'une température d'explosion d'au moins 1.400°. Mais une étude pratique plus avancée a cependant conduit enfin à des succès très remarquables.

S'appuyant sur les travaux de Mallard et Le Chatelier, la Commission française d'essais[2] a fait ressortir l'importance de la température de détonation d'un explosif pour la détermination de son inflammabilité pour le grisou et l'influence du fait qu'il faut un certain temps pour l'allumage du grisou par l'explosif détonant, et elle a recommandé l'action d'une addition de salpêtre ammoniacal aux dynamites de toute nature pour diminuer le danger

during their manufacture, storage und transport. *Journ. Chem. Soc.*, t. XXV, p. 796 (1876).

[1] Turpin : Brevet allemand n° 38.734, du 12 janvier 1886.

[2] Hausermann : Sprengstoffe und Zündwaaren, 1894, p. 36.

[3] Communication du Prof. Lepsius de la Chemische Fabrik de Griesheim-a-M.

[1] Pendant la période 1880-1889, le nombre des victimes attribuables à l'allumage du grisou par l'emploi de matières explosives est de 90 % des accidents dus aux explosions de mines.

[2] Commission française, instituée par la loi du 26 mars 1877.
— anglaise, — — 12 fév. 1879.
— belge, — — 28 juin 1879.
— saxonne, — — 11 janv. 1880.
— prussienne, — — 18 oct. 1880.
— — — — 20 avril 1881.
— autrichienne — — 15 juill. 1885.

Voyez Haupbericht der preussischen Schlagwettercommission de Haslacher, 1887. *Annales des Mines*, 1888 et 1889, p. 209, par G. Chesneau. Haton de la Goupillière : Rapport de la Commission française du grisou. *Annales des Mines*, 1880. Fr. Abel : *Journ. of the Soc. of Arts*, 20 novembre 1885. Le Chatelier : Le Grisou.

des coups de grisou. La poudre noire et spécialement les explosifs à forte chaleur de combustion et durée de combustion pas trop courte sont particulièrement dangereux. Winklaus[1] a déterminé expérimentalement la méthode d'appréciation de la sûreté au point de vue des coups de grisou d'après la grandeur de la charge, c'est-à-dire d'après le poids minimum de l'explosif qui doit être présent pour que l'inflammation se produise. On doit aux communications de Heise[2], suivies des beaux travaux de Watteyne[3], d'importantes contributions aux problèmes de l'influence de la brisance des explosifs, de l'action de la compression des gaz grisouteux, etc... sur la sécurité contre les explosions dans les houillères. On doit également signaler les essais faits pour diminuer la température d'explosion des explosifs par des cartouches à eau[4], des garnitures de mousse humide ou autres, les cartouches aqueuses de Settle, la grisoutite, la dynamite à grisou d'Emil Muller[5], contenant des additions de sels cristallisés hydratés, étudiées également par le conseiller des mines Lohmann[6].

Dans tous ces explosifs, l'idée fondamentale est d'abaisser la chaleur de détonation par une absorption de calorique qui est destinée à réduire de l'eau en vapeur pendant l'explosion, que celle-ci soit présente sous forme liquide ou sous forme de combinaisons solides, riches en eau d'hydratation. En réalité, il est possible de faire exploser ces substances dans l'air chargé de grisou sans provoquer l'inflammation dans certaines limites.

On obtient encore plus de succès avec les explosifs de sûreté au salpêtre ammoniacal, mélanges de nitrate d'ammonium avec des combinaisons nitrées ou des hydrocarbures aromatiques, et, à côté d'eux, avec les mélanges nitroglycérinés sans salpêtre ammoniacal, d'une sécurité remarquable contre les explosions de grisou, comme la houille-carbonite.

Des explosifs de cette nature sont dans le commerce depuis 1887 environ, et leur production s'est puissamment développée depuis 1889, depuis que l'emploi de la poudre noire avant tout, et en partie des dynamites riches en nitroglycérine, est défendu par les divers Gouvernements dans les houillères. On n'a pas supprimé les catastrophes par ces explosifs de sureté, mais on a considérablement diminué les dangers du travail des mines, comme le montre sans ambigüité une statistique scrupuleuse[1]. Ainsi, le nombre des travailleurs tués en Belgique par les coups de grisou dus à l'emploi des explosifs pendant la période 1890-1899 n'est que les 23 °/₀ du nombre des victimes de la période antérieure 1880-1889, malgré l'accroissement considérable de la production minière.

J'ai reconnu, d'autre part, d'après un relevé statistique du nombre des explosions de grisou en Prusse, que, quoique la production se soit élevée de 52,8 millions de tonnes en 1885 à 72,6 millions de tonnes en 1895, — période pendant laquelle ont été introduits les explosifs de sûreté, — le nombre des explosions est tombé de 100 à 72,2, et l'on ne compte plus qu'un cas de mort pour une extraction de 1.100.000 tonnes au lieu d'une mort par 539.600 tonnes. Les nombres pour 1900 et 1901 sont relativement encore plus favorables[2].

De tels succès éveillent l'espoir de nouveaux progrès. La question de l'amélioration de la sécurité contre le grisou est un domaine où l'on travaille toujours avec beaucoup de zèle[3]. Il reste encore à signaler les recherches de Siersch sur la photographie des flammes, les beaux travaux du général Hess, surtout, sur l'action de foulement des gaz d'explosion, et les essais de H. Bickel sur les vitesses d'explosion, les durées de flamme, etc., des substances détonantes. Des résultats heureux suivront certainement ces efforts, si l'on ne tient pas seulement compte de la nature de l'explosif, mais qu'on surveille soigneusement aussi l'allumage initial. Par un allumage incertain, qui résulte quelquefois de l'emploi d'explosifs trop insensibles, la sécurité vis-à-vis des coups de grisou peut être remise en question, et alors certaines conditions, comme le mode de garniture du trou de mine, la possibilité de la formation d'une étincelle pendant l'allumage, etc., deviennent d'une importance prépondérante.

Il m'est impossible d'insister davantage sur cette question: mais il y a tout lieu d'escompter de nouveaux progrès dans la sécurité du travail pénible auquel nous devons la mise au jour de l'énergie rassemblée sous forme de charbon dans les entrailles de la Terre[4].

Wilhelm Will,
Professeur extraordinaire
à l'Ecole Technique supérieure de Berlin.

[1] *Glückauf*, 1895 et 1896.
[2] *Glückauf*, 1898, 1899.
[3] Emploi des explosifs dans les mines de houille de Belgique, 1896-1903, in *Annales des Mines de Belgique*, t. IV, V, VII, etc., *Bulletin de l'Industrie minérale*, 1901.
[4] Macnab : Conférence à la Société géologique de Manchester, novembre 1880.
[5] Muller ; Brevet belge, n° 78.865 ; voir aussi du 13 septembre 1887, le Brevet anglais, n° 12.424.
[6] Berg-, Hütten und Salinen-Wesen, 1887 et 1888 ; voir aussi les travaux du conseiller des mines Meyer.

[1] Emploi des explosifs dans les mines de houille de Belgique, statistique comparative, par V. Watteyne et L. Denoel, 1899 et 1900.
[2] Communication privée du Professeur Heise.
[3] Voir Hess : Mittheilungen des techn. Militär-Comités, *Glückauf*, n° 13, 1900. Bickel : Untersuchungsmethoden fur Sprengstoffen, *Zeitschrift fur Berg-, Hutten und Salinen-Wesen*, 1902. Photographie im Dienste der Sprengtechnik, *Oester. Zeitsch für. Berg und Hutten-wesen*, t. XLIV, p. 4, 1896.
[4] Conférence prononcée devant la Société chimique allemande (*Berichte* de cette Société, t. XXXVII, n° 2, p. 267 et s.).

LES HYPOTHÈSES CINÉTIQUES ET LA LOI DE L'ÉVOLUTION

I. — Les hypothèses.

Le théorème des états correspondants, dégagé des hypothèses qui lui ont donné naissance, et posé en loi rigoureuse, n'influe pas directement, comme on sait, sur la forme de l'équation caractéristique des fluides; il exige seulement que tous les coefficients de cette équation puissent être exprimés en fonction de trois paramètres.

Dans la formule de Van der Waals :

$$RT = \left(p + \frac{a}{v^2}\right)(v - b),$$

les trois paramètres sont mis en évidence; ils peuvent être confondus avec les trois constantes R, a et b. Ils ont donc, comme ces constantes, leur signification propre; chacun d'eux répond à une idée ou à une hypothèse particulière : il suffit de les définir pour retracer en quelques mots l'histoire de la théorie cinétique.

R, c'est l'hypothèse cinétique fondamentale, l'idée première de Bernouilli, légèrement modifiée par Clausius : un gaz considéré comme un assemblage de petites sphères parfaitement élastiques, se mouvant dans le vide, en tous sens; chaque sphère possédant dans ce mouvement progressif une force vive moyenne proportionnelle à sa température absolue. De cette hypothèse résulte une première approximation : une équation à un seul paramètre, qui est l'équation des gaz parfaits.

Comme celle-ci ne peut être satisfaite, à chaque température, que pour des valeurs particulières de la pression et du volume, il faut admettre, si l'on maintient l'hypothèse précédente, qu'aux forces extérieures, réduites à la pression hydrostatique, s'ajoutent des forces intérieures, provenant d'une action à petite distance entre molécules. Laplace avait imaginé des actions semblables : deux molécules, prises à l'intérieur d'un fluide, étaient supposées s'attirer avec une force $\varphi(r)$, dirigée suivant la droite joignant leurs centres, fonction de leur distance, et insensible au delà d'un certain rayon. Il définissait par là une pression intérieure : c'est la poussée normale et uniforme exercée sur le fluide par sa couche superficielle. Van der Waals la représente par $\frac{a}{V^2}$; a est un second paramètre, qui traduit dans l'équation cette seconde hypothèse.

Mais la formule obtenue est encore incomplète; elle ne peut être vérifiée aux fortes pressions que si l'on introduit dans le second membre un terme négatif, croissant avec la pression. Pour expliquer ce nouveau terme, il semble naturel de recourir à une nouvelle hypothèse dynamique, modifiant celle de Laplace. C'est ainsi que procèdent Maxwell, Clausius, Lorentz; ils supposent que l'attraction se change en répulsion au-dessous d'une certaine distance. Van der Waals fait intervenir simplement le volume des molécules : ce volume, dit-il, n'est pas négligeable devant les distances intermoléculaires, la trajectoire moyenne d'une molécule doit être diminuée de son épaisseur; le nombre des chocs est donc plus petit, la pression est plus faible dans un gaz réel que dans le cas théorique; pour tenir compte des dimensions des molécules, il suffit de remplacer le volume apparent par un volume plus petit $v - b$. Le nombre b, appelé covolume, représente sensiblement le quadruple du volume moléculaire.

Ainsi complétée, l'équation reçoit sa forme définitive.

II. — Le Covolume.

L'idée du volume occupé par les molécules est assurément fort ingénieuse, mais elle ne paraît pas de nature à justifier l'introduction d'un nouveau paramètre.

Tant que l'on envisage exclusivement ce qui se passe à l'intérieur d'une masse fluide, on peut sans doute, en raison de la complexité des mouvements moléculaires, distinguer une pression vraie et une pression apparente; mais cette distinction ne saurait s'étendre à la pression du dehors, à la pression réagissante. Celle-ci est bien déterminée dans chaque cas particulier. Or, M. Van der Waals, après avoir montré, en tenant compte du volume moléculaire, que la pression réelle du gaz est à la pression $(p+\lambda)$, somme de la pression extérieure et de la pression interne, dans un rapport donné, ajoute incidemment, comme une vérité évidente : « Alors, la pression réagissante doit être prise plus grande dans les mêmes proportions[1]; » et il lui attribue en conséquence cette valeur fictive. Comme c'est là le point essentiel de son raisonnement, il est permis d'émettre quelques doutes. Pourquoi, en effet, la pression réagissante sera-t-elle prise plus grande qu'elle n'est en réalité? Nous ne voyons pas que les dimensions des molécules et la longueur du trajet moléculaire puissent avoir une influence quelconque sur la valeur d'une force qui, par définition, fait équilibre à la force élastique du fluide. Peu nous importe la pression vraie

[1] *La continuité des états gazeux et liquide*, traduction Dommer et Pomey. G. Carré, p. 64.

à l'intérieur de la masse gazeuse. Les molécules exercent toujours *extérieurement* sur chaque unité de surface un effort égal et directement opposé à p; p est la pression qu'on mesure, la pression supportée par le gaz, la seule qui soit en cause dans l'expression du viriel.

La même remarque s'applique évidemment à la pression moléculaire; celle-ci peut être assimilée à une pression hydrostatique égale à $\frac{a}{v^2}$. Son viriel est indépendant des dimensions et du trajet des molécules.

Bref, le terme b ne paraît pas avoir la signification physique que lui attribue Van des Waals. Il semble qu'une véritable hypothèse eût été nécessaire pour définir ce troisième paramètre, qui tire actuellement toute sa valeur de l'expérience.

III. — La pression moléculaire.

La notion de pression moléculaire touche de plus près à la constitution intime des corps. Elle se présente comme une conséquence immédiate de l'hypothèse de Laplace : si les molécules s'attirent, si elles s'attirent partout de la même façon, il est clair que les molécules éloignées de la surface sont également sollicitées en tous sens, et que tout se passe comme si elles n'étaient soumises à aucune force; au contraire, celles qui font partie d'une couche superficielle ayant une épaisseur égale au rayon d'activité, sont attirées vers l'intérieur; la couche superficielle, par l'effet de cette attraction, pèse sur le corps et produit une pression constante par unité de surface [1].

Nous sommes conduits dès lors à cette idée, au moins étrange, que les molécules emploient leur énergie, non seulement à résister à la pression extérieure, c'est-à-dire à se défendre et à lutter, pour ainsi dire, contre des molécules étrangères, mais encore à lutter contre elles-mêmes, et à vaincre une force développée uniquement par leurs attractions mutuelles. Elles s'attirent, mais c'est pour se repousser plus énergiquement. Par sa seule présence, la couche superficielle tient une masse pondérable de volume quelconque dans un état normal de contrainte; elle joue vis-à-vis du système qu'elle circonscrit un rôle analogue à celui, par exemple, d'une frette extrêmement mince, posée à forcement sur un tube de métal, qui, avec une épaisseur donnée, produirait toujours la même compression par unité de surface, quel que fût le diamètre du tube.

Ici, les deux régions en présence sont les deux parties d'un même corps : la couche superficielle d'une part, la masse interne de l'autre; elles sont composées de molécules de même nature; mais, tandis que l'une peut avoir un volume aussi grand que l'on voudra, l'autre a une épaisseur égale à une fraction infime de millimètre [1]. Et c'est cette couche imperceptible, dont le volume est toujours négligeable par rapport au volume total, qui, en vertu d'une attraction exercée sur ses molécules, produit sur le corps un serrage continu! La masse interne supporte ce serrage sans réagir, et ses molécules y opposent chacune la même force vive, quel que soit leur nombre! Nous voyons pourtant la matière, chaque fois qu'elle est soumise à une contrainte, résister d'abord, puis chercher à s'y soustraire : par la réaction du métal comprimé, la frette s'ouvre et se desserre lentement; toute pièce battue ou travaillée à froid perd peu à peu son écrouissage; certains effets de la trempe s'atténuent avec le temps. Dans tous les cas de contrainte artificielle, la contrainte disparaît à la longue; toute énergie potentielle emmagasinée tend à s'éliminer d'elle-même.

Comment pouvons-nous admettre alors qu'une masse fluide reste soumise à une contrainte permanente? Entre les deux régions si bien délimitées s'établira nécessairement une sorte de compromis; la couche superficielle subira le contre-coup de sa propre action, et, en raison de son extrême petitesse, elle se déformera, comme une gaîne trop étroite, jusqu'à ce que cette action soit devenue insensible [2].

L'attraction n'a donc pas la même valeur à l'intérieur du corps et au voisinage de la surface libre. Cette hypothèse, moins absolue peut-être que celle de l'attraction uniforme, outre qu'elle paraît plus naturelle, présente l'intérêt de faire ressortir une première analogie entre les formes inorganiques et les êtres vivants.

Un gaz, en effet, un solide, un corps homogène quelconque, peut être considéré à la fois comme une colonie et comme un individu. De même qu'une colonie animale, détachée d'une colonie-mère, acquiert, par le fait de son isolement, un commencement de personnalité, de même le corps, en se séparant des autres corps de même espèce, devient dans une certaine mesure un assemblage individualisé. Or, la première loi, la loi la plus essentielle, pour un individu comme pour une société, c'est la loi de conservation. Toute société, toute colonie, tout individu, s'efforcent de maintenir le plus possible leur intégrité et leur autonomie. Le corps

[1] Rigoureusement constante si la surface est supposée plane ou sphérique. Cette pression λ est donnée alors par la relation : $3\lambda v = \Sigma r z(r)$.

[1] 25 μμ environ, d'après M. G. Vincent. (*Annales de Ch. et Phys.*, 7e série, t. XIX.)

[2] Elle se réduit, comme on le verra plus loin, à la pression capillaire.

doit donc se mettre en état de défense; entouré d'ennemis de tout genre, il doit chercher à se préserver contre les actions du dehors; à cet effet, il doit tenir en réserve, sous forme potentielle, une certaine quantité d'énergie, qui lui serait inutile si, par impossible, il avait des dimensions indéfinies. Mais cette énergie ne sera pas uniformément répartie dans toute sa masse; c'est dans la région la plus menacée qu'elle s'accumulera de préférence, c'est-à-dire près de la surface libre.

Ainsi, pour assurer sa protection, le corps s'enveloppera d'une couche plus ou moins épaisse de molécules différenciées. Celles-ci joueront le rôle d'organes de défense; elles auront la garde de la colonie, et seront susceptibles, au moment du besoin, de transformer en énergie cinétique leur énergie potentielle.

Nous retrouvons ici sous un autre aspect l'hypothèse d'une déformation superficielle; le point de vue seul a changé, l'idée reste la même. Cette déformation se présente encore comme une conséquence directe de l'attraction, car c'est précisément l'attraction moléculaire qui fait d'un gaz ou d'un solide une colonie, d'une masse gazeuse ou d'un cristal un individu, et non pas une simple collection de molécules.

Mais, dans une pareille société, les actions attractives et répulsives s'équilibrent de proche en proche; la contrainte se réduit au minimum; sous forme d'énergie potentielle, elle se porte à la surface du corps, à peu près de la même façon que l'électricité se porte à la surface d'une conducteur. Les molécules superficielles sont dans un état de polarisation[1] comparable à celui que prennent, sous l'action d'un champ, les molécules d'un diélectrique; elles forment comme autant de petits ressorts bandés qui pourront se détendre à l'occasion et mettre en liberté l'énergie qu'ils détiennent.

Cette hypothèse écarte donc toute idée de pression moléculaire, en tant que pression constante et uniforme (pression représentée par $\frac{a}{v^2}$ dans l'équation de Van der Waals), mais elle conduit naturellement à l'idée d'une tension superficielle et d'une pression capillaire.

Si le corps est entouré d'un milieu homogène, la couche de passage emmagasinera, par le fait de sa différenciation, une quantité d'énergie AS, S désignant la surface du corps, et A un coefficient spécifique, qui représente l'énergie contenue dans chaque unité de surface. Si la surface augmente de dS, l'énergie totale augmentera donc de $dT = A dS$. Cette relation connue montre que, la surface, tendant à se rétracter, en vertu du principe de moindre action, la couche de passage peut être assimilée à une membrane élastique constamment tendue, qui contiendrait par unité de surface une quantité d'énergie constante, et qui ne pourrait perdre toute cette énergie qu'en devenant, par impossible, infiniment petite ou nulle.

A l'effort exercé par une telle membrane, le fluide emprisonné oppose une réaction égale. Si, par exemple, la masse fluide a la forme d'une goutte sphérique de rayon R, la couche superficielle contient une quantité d'énergie potentielle égale à $4\pi R^2 A$, et produit une compression uniforme f. La masse interne, pour réagir, c'est-à-dire pour entretenir la tension de cette membrane, qui joue le rôle d'un ressort idéal, doit mettre en jeu une quantité d'énergie cinétique équivalente. Celle-ci donnera lieu, en tous les points de la surface, à une pression égale et directement opposée à f, et le viriel $\frac{3}{2} fv$ sera précisément égal à $4\pi R^2 A$:

$$4\pi R^2 A = \frac{4}{3}\pi R^3 \times \frac{3}{2} f$$

ou

$$f = \frac{2A}{R}.$$

Cette pression capillaire représente la seule action qu'exerce la couche superficielle sur le fluide. C'est le minimum indispensable au-dessous duquel cette action ne saurait descendre.

L'hypothèse de Laplace donne, au contraire, pour f une valeur maxima, qui diffère de la précédente par l'addition d'un terme constant, représentant la pression interne.

Pour expliquer les effets capillaires, les deux formules sont équivalentes; elles aboutissent aux mêmes lois, car on peut raisonner comme si le terme constant n'existait pas. Pourtant, même à ce point de vue spécial, la première semble conserver l'avantage. Certains faits, signalés notamment par M. Van der Mensbrugghe, tendraient à prouver que les liquides contiennent effectivement dans leur couche de passage une énergie particulière, et que la pression moléculaire doit être considérée comme une simple conséquence de la tension superficielle.

IV. — Colonies gazeuses et Colonies animales.

Ces conclusions donnent plus de force à l'opinion que nous exprimions plus haut.

Un gaz, disions-nous, est une colonie ou une société de molécules. C'est une société, et non pas une simple collection, car, suivant la définition de

[1] Cet état de polarisation superficielle modifie l'état électrique de la surface. On peut y voir la cause (car le potentiel électrique paraît lié à l'énergie potentielle des molécules), non seulement de l'influence exercée par l'état de la surface d'un métal sur la différence apparente de potentiel qu'il présente avec un autre métal, mais aussi de l'écart très considérable, et, en somme, inexpliqué, qui s'observe entre les forces électro-motrices de contact apparente et vraie.

Spencer[1], à la juxtaposition des individus s'ajoute ici la coopération et un commencement de solidarité. Les molécules s'attirent; elles ne sont pas entièrement libres et indépendantes les unes des autres; elles tendent à se rapprocher, à s'unir. Cette attraction se manifeste dans tous les gaz, même au voisinage de l'état parfait (état idéal, qui répond bien à l'idée de somme ou de collection d'individus); mais elle s'observe principalement lorsque la température s'abaisse, et que la matière, en s'intégrant, acquiert plus de cohésion. Alors les groupements se resserrent, se perfectionnent; il est clair qu'une masse liquide ou un cristal répondent mieux encore qu'un gaz à l'idée que nous avons d'une société.

Or, quel est le premier soin d'une société, ou, si l'on préfère, d'une colonie animale, qui, en s'isolant, est devenue un être individuel? C'est évidemment de s'organiser pour vivre avec ses seules forces; car, englobée dans une colonie ou dans une société plus vaste, elle était moins exposée et avait une existence plus facile. Comme elle doit désormais se suffire à elle-même, il faudra d'abord qu'elle cicatrise ses blessures[2], puis qu'elle mette à l'abri ses parties les plus vulnérables sous une couche continue de téguments et d'organes défensifs. Cette enveloppe une fois constituée, la vie du nouvel organisme serait encore précaire, si les divers individus qui le composent, même les plus éloignés de l'enveloppe, ne se dépensaient davantage pour la subsistance commune; chacun d'eux doit produire un surcroît d'effort, celui-ci d'autant plus grand que la société est plus restreinte, et que, pour un nombre d'individus déterminé, elle a une plus grande surface ou des frontières plus étendues.

Tel est le cas, par exemple, d'une colonie d'Hydractinies[3]. La colonie est une espèce de ville fortifiée. Sur les bords se forment de véritables organes de défense; les polypes primitifs remplacent leurs bras par un collier de tentacules remplis de nématocystes. En revanche, ces individus, tout entiers à leurs fonctions, privés de bouche, vivent en parasites; ils ne recherchent plus eux-mêmes leur nourriture; ils sont à la charge de la colonie. On voit ici la différenciation : tandis que les individus périphériques ont en quelque sorte emmagasiné de l'énergie potentielle en se différenciant, ceux de l'intérieur produisent un léger surcroît de travail pour assurer la nutrition des premiers.

Ce que nous venons de dire d'une colonie animale peut se répéter d'un assemblage inorganique.

[1] *Principes de Sociologie*, t. III, p. 331.

[2] Expériences de Pasteur et de M. Levalle sur la cicatrisation des cristaux.

[3] Voir Ed. Perrier : *Les Colonies animales et la formation des organismes*. Paris, Masson, p. 232.

Lorsque, d'une masse pondérable, supposée homogène et indéfinie, nous détachons un fragment, les molécules qui occupent la surface de ce fragment, brusquement séparées de leurs voisines, avec lesquelles elles avaient certaines liaisons, se différencient aussitôt, de manière que les molécules internes se ressentent, pour ainsi dire, le moins possible de la rupture qui s'est produite. La couche superficielle emmagasine de ce fait une quantité d'énergie potentielle proportionnelle à sa surface. Elle prend la fonction d'un exoderme[1], d'un revêtement protecteur ou d'une ligne de défense.

Mais les molécules intérieures ne restent pas indemnes; elles doivent acquérir elles-mêmes un léger surcroît d'énergie cinétique. Comme auparavant, elles ont, en effet, à résister à la pression extérieure, mais il leur faut de plus entretenir la tension de la couche superficielle, et, par suite, vaincre une pression qui devient d'autant plus grande que cette couche se resserre davantage. Le surcroît de force vive qui leur est nécessaire, d'ailleurs négligeable[2], dans le cas d'un fluide, devant la force vive totale, est précisément égal, pour l'ensemble de ce fluide, à l'énergie potentielle que contient l'enveloppe. Pour chaque molécule, il augmente à mesure que la surface augmente, ou, à surface égale, à mesure que le volume, c'est-à-dire le nombre total de molécules, diminue.

V. — Proportionnalité de la force vive moyenne a la température absolue.

Nous arrivons à l'hypothèse fondamentale : la force vive moyenne des molécules dans leur mouvement stationnaire, — comme le nomme Clausius, — est la mesure de leur température absolue; autrement dit : « Dans un corps à température uniforme, la force vive moyenne des masses moléculaires concentrées aux centres de gravité est NsT, N désignant le nombre des molécules, T la température absolue d'une molécule, et s une constante indépendante de la nature de cette molécule »[3].

Telle est l'idée essentielle sur laquelle repose la théorie cinétique des fluides; on l'étend généralement aux divers états de la matière.

[1] Chez les Cœlentérés, dont le corps ne comprend le plus souvent qu'un exoderme et un endoderme, le revêtement exodermique est toujours fortement différencié et muni d'organes défensifs. L'endoderme est, au contraire, de constitution presque uniforme. La fameuse expérience de Trembley, du retournement de l'hydre, prouve d'ailleurs l'identité primitive des deux tissus : l'exoderme devient endoderme, et réciproquement (Voir Perrier, *op. cit.*, p. 175).

[2] Gerrit Bakker : Théorie des liquides à molécules simples. *Journal Phys.*, 3e série, t. VI, p. 582.

[3] E. Sarrau : *Introduction à la théorie des explosifs*, Gauthier-Villars, p. 76.

En raison de sa simplicité, de son caractère absolu, cette hypothèse se prête aisément au calcul; mais elle vise avant tout à exprimer une loi naturelle ; elle s'applique à un groupement particulier, à une unité qui n'a rien d'abstrait ni de mathématique. Ce caractère absolu suffit à la rendre suspecte.

Supposer, en effet, que la molécule, de préférence à l'atome, de préférence à tout autre assemblage, obéit à une loi rigoureuse, et cela quel que soit l'état du corps dont elle fait partie, c'est évidemment lui attribuer dans les transformations physiques un rôle prépondérant, c'est admettre implicitement que cette molécule reste, à tous les états, une individualité constante, absolue, rigide, toujours parfaitement définie, toujours une et indivisible. Nous la concevons telle, sans doute, approximativement, aux températures élevées et aux faibles pressions, lorsque le corps est à l'état gazeux, et à un état gazeux voisin de l'état parfait. Les molécules sont alors très espacées, très indépendantes les unes des autres ; elles tiennent leurs atomes étroitement enchaînés ; elles occupent des portions de volume à peu près équivalentes ; il ne s'exerce entre elles aucune attraction sensible ; bref, elles sont nettement individualisées, à la fois libres et égales, en ce sens qu'ayant peu d'affinité réciproque, restant comme indifférentes les unes aux autres, elles ont toutes la même force vive moyenne et le même champ d'action.

Mais il n'en est plus ainsi dès que la matière se condense. Quand le corps devient liquide, puis solide, la molécule, — supposée formée de plusieurs atomes, — se dissocie peu à peu en tant qu'individualité définie. Cette dissociation n'est jamais complète ; il est clair que les atomes ne vont pas jusqu'à se séparer entièrement les uns des autres, qu'ils s'enchaînent toujours dans un ordre constant : « On ne comprendrait pas autrement l'existence de corps isomères, c'est-à-dire formés des mêmes éléments groupés de manières différentes, conservant leurs propriétés respectives à travers tous les changements d'état »[1]. Mais l'unité du groupement tend à s'effacer de plus en plus. Dans les liquides constitués par des sels fondus, dans les solutions salines, il s'est brisé en deux fragments. Ce n'est plus la molécule, ce sont les ions qui jouent le premier rôle ; l'ion se comporte à son tour comme un système autonome. Sans doute, on peut lui appliquer la loi de proportionnalité, on peut traiter l'ion comme une molécule ; mais la loi perd par là même toute sa valeur : rien n'autorise une pareille assimilation. Avec sa charge positive ou négative, l'ion électrolytique est une individualité d'un ordre tout particulier ; il ne définit pas la substance dont il fait partie, il n'en est pas l'élément chimique, mais une sous-unité, une fraction physique. Etendre à cette unité nouvelle l'hypothèse énoncée pour la molécule, c'est la détourner de son véritable sens.

Commencée dans certains liquides d'une manière apparente, la dissociation se poursuit à l'état solide. Lorsque la molécule fait partie d'un cristal, elle n'est plus isolée et libre au milieu de molécules semblables ; elle appartient à une société, elle est entrée comme élément dans une série de groupements de complexité croissante : particule fondamentale, particule complexe, cristaux simples et accolés[1]. Ces divers assemblages ne s'individualisent qu'à ses dépens ; l'individualité s'éparpille, et perd en intensité ce qu'elle gagne en étendue.

Un corps solide est une société, mais une société relativement avancée, une colonie comparable aux colonies animales les plus complexes. Dans une colonie de Coralliaires, par exemple, se superposent une série d'individualités d'ordre croissant, plastides, mérides, zoïdes, dème, dont la plus élevée correspond à l'ensemble du polypier. Toutes, sauf la cellule, ont une unité mal définie, et la colonie, — le zoanthodème, — peut être regardée comme un « organisme, composé, non pas de polypes eux-mêmes composés, mais de cellules simples, d'éléments histologiques, directement agrégés en une masse continue »[2].

De même, un corps solide comprend une série de groupements définis, dont le plus petit est la molécule, et dont le plus grand embrasse le corps tout entier ; ils se sont fondus les uns dans les autres, ils se sont soudés, eux aussi, en une masse unique ; aucun ne dépasse un certain degré de personnalité. Seul l'atome paraît conserver son unité fondamentale, — comme la cellule dans le zoanthaire ; — plus fortement constitué que tous ces groupements accidentels, et que la molécule elle-même, l'atome redevient à l'état solide l'individualité prépondérante, — ou, pour mieux dire, il devient l'individu en face de la collectivité.

[1] Lothar Meyer : *Les théories modernes de la Chimie*, traduction Alb. Bloch, t. I, p. 347.

[1] Bravais n'admettait explicitement dans un cristal qu'une seule unité : la molécule chimique. Mallard, en distinguant le réseau des centres de gravité moléculaires du réseau cristallographique, afférent aux molécules de même orientation, suppose déjà deux ordres d'unités : la molécule et la molécule complexe. M. Wallerant en reconnaît trois : la molécule, la particule fondamentale et la particule complexe, dont l'autonomie relative est mise en évidence par les phénomènes du polymorphisme et des groupements cristallins. Encore n'est-ce là qu'un minimum : « La symétrie d'un corps cristallisé devient ainsi le résultat d'une série d'étapes successives. » (Les groupements cristallins, *Ed. Scientia*, p. 80).

[2] A. Espinas : *Des Sociétés animales*. Germer-Baillière, p. 247.

Ne savons-nous pas, en effet, que, dans un corps solide, tous les atomes sont théoriquement égaux? Ils sont égaux en ce sens qu'ils disposent tous à la même température de quantités égales d'énergie. Ils absorbent tous la même quantité de chaleur pour s'élever d'une température à une autre : c'est la loi de Dulong et Petit. Chacun d'eux conserve sa capacité calorifique dans les diverses combinaisons solides où il se trouve engagé : c'est la loi de Hermann Kopp.

Énoncées comme lois limites, et seulement pour l'état solide, ces deux lois fondamentales semblent définir un état solide idéal, un véritable *état parfait*, dont les corps se rapprochent plus ou moins entre certaines limites de température, et qui correspond effectivement à leur forme sociale la plus parfaite, au terme le plus élevé de leur évolution[1]. Au contraire, les lois de Gay Lussac et d'Avogadro, qui définissent, elles aussi, un état limite, nous reportent à une structure de la matière essentiellement primitive. Cet état gazeux, que l'on appelle improprement état gazeux parfait, où, par hypothèse, les molécules n'ont entre elles aucune liaison, où elles restent absolument étrangères les unes aux autres, est, de toutes les formes que puisse revêtir une substance, la plus simple et de beaucoup la plus imparfaite. Nous ne remontons pas au delà, et nous ne pouvons envisager cet état purement théorique que comme l'origine indéfiniment reculée de toute évolution.

Or ces deux catégories de lois, qui définissent deux états si différents, ne s'adressent pas à des unités de même ordre. Les premières n'envisagent que l'atome, les secondes mènent à la conception de la molécule; les unes ont permis de fixer les poids atomiques, les autres ont déterminé les poids moléculaires.

L'atome est donc dans un corps solide l'individualité principale. La matière à l'état solide est une colonie hétérogène ou, pour mieux dire, une véritable *démocratie*, dont les atomes sont les individus. A la fois presque égaux, et presque libres, ils y sont, de plus, étroitement solidaires.

Quant à la molécule, elle existe encore, sans doute, mais elle ne joue plus qu'un rôle secondaire. Semblable à ces organismes coloniaux, dont la personnalité peut être développée momentanément par la vie errante, la molécule s'est fortement individualisée tant qu'elle a été libre de se mouvoir, c'est-à-dire à l'état gazeux. Mais, dans un corps solide, elle est liée aux autres molécules, elle est englobée dans une colonie, elle s'est en quelque sorte fixée au sol; elle n'a plus qu'une existence effacée en tant qu'individu.

[1] C'est à l'état cristallin que chaque substance atteint le terme de son évolution progressive; si la température continue à s'abaisser, l'état cristallin est remplacé par un état vitreux (Tammann); l'évolution devient régressive, la désagrégation se poursuit jusqu'au zéro absolu.

VI. — La loi d'évolution.

Il semble donc tout à fait illusoire d'étendre aux états liquide et solide une hypothèse suggérée par les lois des gaz parfaits, qui, *a priori*, ne doit être estimée ni plus vraie, ni plus nécessaire que ces lois elles-mêmes, et qui n'a d'ailleurs de raison d'être qu'autant que la molécule reste un assemblage fortement constitué : seule une individualité absolue comporte une loi absolue.

Mais, à supposer même qu'on la restreigne au seul état fluide, — et que cette réserve soit permise —, l'hypothèse de la proportionnalité soulève encore de graves objections. Elle est contraire à toute idée de continuité.

L'expérience nous apprend, en effet, que certaines espèces chimiques sont représentées à l'état gazeux par des molécules de complexité différente. Tel est le soufre. Au dessous de 1500°, la densité de vapeur du soufre augmente constamment de 2,17 à une valeur environ quatre fois plus grande (qu'elle atteindrait, suivant MM. Bleier et Kohn, à une température suffisamment basse t_0, sous pression convenable). Le soufre S^2 se transforme donc insensiblement en soufre S^8; et, si l'on pose en principe la proportionnalité de la force vive moléculaire à la température absolue, il faut admettre qu'à chaque instant la vapeur est un mélange en proportions déterminées des deux espèces de molécules. Les premières disparaissent et se transforment peu à peu, jusqu'à ce que les secondes occupent, à elles seules, tout le volume disponible.

La transition est donc progressive et continue, si l'on envisage la masse entière; mais elle est discontinue, si l'on considère les molécules elles-mêmes. Entre une molécule S^2 et une molécule S^8 il n'existe aucun intermédiaire. Le passage de l'une à l'autre est brusque, instantané. Ce n'est pas une évolution, c'est une substitution. L'individualité s'élève d'un seul bond de la molécule simple à la molécule composée, mettant en défaut le vieil adage tant de fois répété des scolastiques.

Un tel processus est peu conforme aux lois naturelles. Il est sans doute parfaitement logique que les espèces chimiques soient représentées au cours de leur évolution, tout comme les espèces vivantes, par des unités de plus en plus complexes et d'ordre de plus en plus élevé : atome, molécule diatomique ou polyatomique, agrégat de molécules, etc., mais il n'est pas admissible que celles-ci apparaissent tout d'un coup; c'est par une série continue de transformations que doit naître

et se développer chaque individualité nouvelle.

Lorsque, dans les espèces animales, la personnalité s'est déplacée de la cellule au groupe de cellules, l'organisme pluricellulaire s'est constitué progressivement. Les cellules, d'abord isolées, ont formé de petites agglomérations instables et irrégulières, nées par division ou par sporulation d'une cellule primitive. Puis ces agglomérations se sont circonscrites, ont affecté une structure uniforme, ont acquis des caractères spéciaux, et sont devenues définitivement des individus, en fixant à la fois le nombre et la disposition de leurs éléments.

La classe si intéressante des Infusoires Flagellés nous permet de suivre presque à la trace cette évolution du groupement cellulaire. « Parmi les Flagellés, écrit M. Le Dantec[1], on trouve, pour ainsi dire, toutes les étapes de l'individualisation progressive des colonies. On commence par des espèces coloniales dont les cellules sont réunies en groupes absolument quelconques, on voit ensuite des agglomérations qui, sans être tout à fait fixes dans leur structure et leur composition, ont déjà certains caractères définis, en tant qu'agglomérations; puis, le nombre de ces caractères définis augmentant, on arrive aux espèces telles que les *Volvox* et les *Magosphœra*[2], dans lesquelles les agglomérations sont définitivement des individus ».

Ce mécanisme est général; il s'est reproduit toutes les fois que l'individualité s'est portée d'un type d'organisation au type supérieur.

Or, comme nous l'avons observé, l'individualité s'élève aussi dans les substances inertes d'un système relativement simple, l'atome, à des systèmes de complexité croissante. On peut se demander si ce passage d'un type au suivant n'est pas une transformation analogue, si, par exemple, lorsque la vapeur de soufre évolue de la forme diatomique à la forme octoatomique, l'individualité ne passe pas insensiblement de chaque molécule S^2 à une molécule S^8, à peu près de la même façon que, dans certaines classes du règne animal, nous la voyons aller progressivement de la cellule au groupe des cellules.

Ces deux transformations sont d'ordre différent. Il semble permis, néanmoins, de les mettre en parallèle, et de voir dans ce rapprochement, non pas une simple métaphore, mais l'image exacte de la réalité. Il est, en effet, un principe de haute portée que nous pouvons invoquer, bien qu'il n'ait pas reçu sa forme définitive, et qu'il demeure aux confins de la métaphysique. Ce principe, entrevu pour la première fois par Herbert Spencer, est le principe même de l'évolution. L'auteur des *Premiers Principes* ne l'a peut-être pas énoncé avec toute la précision désirable, mais il en a du moins marqué le sens lorsqu'il a dit — et il est revenu avec insistance sur cette vérité — que les transformations de tout genre, si différentes qu'elles nous paraissent, « s'expriment par une même formule abstraite et présentent, non par accident, mais par nécessité, des caractères communs[1] ».

Une formule si générale n'est, sans doute, pas absolument rigoureuse. Toutes les transformations naturelles ne s'opèrent pas nécessairement suivant un processus invariable. Mais on peut dire, avec plus de vraisemblance, que deux séries de phénomènes sont comparables toutes les fois que, dans l'évolution d'un être, d'une espèce, elles correspondent respectivement à des phases équivalentes, toutes les fois, notamment, que l'on envisage soit la formation, soit la dissolution de deux individualités définies, quelles qu'elles soient, physiques ou animales, plastide ou atome, méride ou molécule.

Or, la Zoologie et l'Anatomie comparée nous apprennent que chaque type d'organisation se relie au suivant par une série continue de formes coloniales. Si nous reconnaissons quelque valeur à la loi d'évolution, nous devons admettre que les espèces inorganiques évoluent sous nos yeux et ont évolué dans la Nature comme les espèces vivantes, que les divers types de constitution qui s'appellent atome, molécule, particule cristalline, etc., au lieu d'apparaître brusquement, s'enchaînent deux à deux, qu'entre les types définis existent une infinité de types intermédiaires, que toute transformation est une transformation continue, enfin, pour en revenir au cas particulier de la vapeur de soufre, que la phase S^2 et la phase S^8 se lient l'une à l'autre par une suite ininterrompue de phases à molécule indéfinie.

Dans ces conditions, les états successifs de la masse fluide peuvent être conçus de la manière suivante :

A haute température et à faible pression, la vapeur suit sensiblement les lois de Gay-Lussac et de Joule. Les molécules diatomiques, fortement individualisées, libres, presque indépendantes les unes des autres, possèdent chacune une quantité de force vive moyenne à peu près égale à celle que posséderait, dans les mêmes conditions, une molécule de gaz parfait. Quand la température s'abaisse, à pression constante, les molécules se rapprochent les unes des autres; chacune d'elles attire ses voi-

[1] La définition de l'Individu. *Revue philosophique*, 1901, I, p. 33.

[2] La *Stephanosphœra*, par exemple, parmi les Volvocinées, se compose normalement de huit cellules associées sous une enveloppe commune; la *Magosphœra* de trente-deux cellules identiques, soudées par leur pointe.

[1] *Le principe de l'Evolution*. Réponse à lord Salisbury, Paris, Guillaumin, p. 24.

sines; la sphère d'activité représente précisément la petite portion de volume où s'exerce cette attraction. Les molécules contiguës forment ainsi des groupements rudimentaires; le fluide affecte une structure en quelque sorte coloniale. Mais peu à peu, dans cette colonie homogène, des agglomérations s'ébauchent; les molécules S^2, d'abord « homologues et homodynames », — comme étaient les premières cellules, — forment des amas variables et peu cohérents; puis elles se réunissent par quatre. Chaque agglomération se resserre, s'organise et se sépare des agglomérations les plus proches; l'attraction diminue entre ces groupes voisins, tandis qu'elle augmente entre les atomes d'un même groupe. Bref, à la température t_0, la molécule octoatomique se trouve définitivement constituée et a tous les caractères d'un individu. Sa force vive moyenne est peu différente de la force vive sT_0 que posséderait une molécule parfaite.

VII. — Association et Dissociation.

Il est clair que, si l'on accepte cette manière de voir (contraire, je le sais, à une foule d'idées reçues, contraire, en particulier, à la loi des proportions définies, qui n'admet que des molécules définies), l'énergie cinétique des molécules ne peut être considérée comme toujours proportionnelle à la température absolue; autrement dit, le rapport σ de cette énergie cinétique à la température absolue T ne peut être une constante toujours égale à s.

Pour que cette condition fût rigoureusement remplie, il faudrait, en effet, que toute molécule fût une sorte d'unité mathématique, un individu, au sens le plus absolu du mot; il faudrait que les fluides fussent des gaz parfaits, car telle est la définition de l'état parfait, où l'on suppose l'attraction moléculaire et le travail intérieur s'annuler simultanément.

En réalité, ce rapport σ, pour une molécule donnée, est généralement différent de s; il est plus petit que s si la molécule, en s'associant avec d'autres molécules, tend à se fondre dans une colonie ou dans une individualité d'ordre supérieur; il est plus grand que s si, la molécule étant, au contraire, partiellement dissociée, ses éléments ont repris vis-à-vis les uns des autres une certaine autonomie; il se rapproche enfin de sa valeur théorique s dans les limites où la molécule est le plus fortement individualisée, c'est-à-dire où elle se rapproche elle-même des conditions de l'état parfait. Le rapport σ est, en quelque sorte, pour chaque groupement déterminé, la mesure de son individualité.

Cette hypothèse, appliquée aux fluides, suffit à rendre compte de l'allure générale de leur fonction caractéristique. Mettons l'équation de Van der Waals sous la forme :

$$pv = RT - \frac{a}{v} + b\left(p + \frac{a}{v^2}\right).$$

Le premier membre représente, à un facteur près, l'énergie cinétique des molécules, puisque la pression extérieure est la seule force agissant sur le système (nous sommes arrivé plus haut à cette conclusion que la pression interne n'existe pas en tant que pression constante).

L'équation exprime donc simplement qu'au lieu d'être proportionnelle à la température absolue, et égale à RT, comme on le suppose, la force vive moyenne des mouvements moléculaires est, en réalité, plus grande ou plus petite que RT, suivant que l'un ou l'autre des deux termes correctifs de sens contraire l'emporte en valeur absolue.

Aux faibles pressions, le fluide est généralement plus compressible que ne l'indique la loi de Mariotte $pv < RT$; le terme négatif prédomine. Les molécules sont donc partiellemement agrégées; l'attraction qui s'exerce entre elles à petite distance, et qui tend à les unir, est comme la première ébauche d'un groupement d'ordre plus élevé[1]; c'est un effort vers l'association, et nous savons que toute association, si lâche soit elle, est le commencement d'un nouvel individu.

Mais le terme positif devient prépondérant à son tour, quand la pression atteint une certaine valeur; le produit pv, c'est-à-dire la force vive mise en jeu par le fluide, passe par un minimum, puis augmente avec la pression, et augmente au delà de toute limite. Le rapport σ tend vers l'infini. Ceci nous montre que, si les molécules s'associent quand la pression augmente, elles se dissocient en même temps, et peuvent se dissocier au delà de toute mesure.

Les deux termes de sens contraire qui figurent au second membre représentent les deux influences opposées que l'on retrouve dans toute transformation naturelle : association et dissociation, intégration et dispersion, progrès et regrès sont les deux aspects nécessaires, les deux faces de toute évolution[2]. Un être abdique son indépendance en s'unissant à d'autres êtres : les éléments dont il est formé reprennent aussitôt de leur autonomie; une molécule s'allie avec d'autres molécules : elle perd aussitôt de sa cohésion.

[1] Cette tendance à la polymérisation, commune à tous les fluides, est surtout marquée dans certaines substances, en général dans les combinaisons qui contiennent l'oxydryle, les acides formique et acétique notamment, l'eau, les alcools, etc.

[2] Cette idée a été particulièrement mise en lumière par MM. J. Demoor, J. Massart, E. Vandervelde, dans *l'Evolution régressive en Biologie et en Sociologie* (Alcan, 1897.)

Ainsi, à chaque température, l'évolution de la masse fluide est d'abord progressive; les molécules se forment en colonie, adoptent une existence sociale. Celle-ci, bien que rudimentaire, a pour effet de diminuer leur force vive, et de réduire le travail de chaque individu. Puis, à partir d'une certaine pression, qui correspond au minimum du produit pv, l'évolution devient régressive; la dissociation l'emporte sur l'association; la molécule se désagrège; il semble que la matière se pulvérise et se rapproche aux très hautes pressions de l'état d'extrême confusion et de complète anarchie qui caractérise le zéro absolu.

VIII. — Conclusion.

Grâce à l'idée d'évolution, les transformations physiques se révèlent donc sous un jour nouveau. Tout corps peut être envisagé comme un être collectif, comme une colonie qui évolue. Sous ses formes successives, gaz, liquide, cristal, c'est une société qui naît, qui progresse, qui se civilise.

Remontons, en effet, à l'origine de cette société : aux températures les plus hautes, la matière se conçoit comme une simple collection d'individus; les atomes sont tous libres, tous égaux; tous occupent d'égales portions de volume, tous possèdent la même force vive. Bien loin de se rechercher les uns les autres, ils se repoussent, ils se heurtent, ils sont dans un état d'agitation et de guerre incessante, qui fait penser à cet état de nature dont parle Hobbes : *Status naturalis bellum omnium in omnes*[1].

Mais, peu à peu, les atomes se sont groupés en molécules; les molécules se sont isolées d'abord, puis associées en colonies, et finalement, après une série de révolutions, — de changements d'état, — dont le but est toujours l'affranchissement de l'individu et le développement de la société, nous les trouvons agrégées dans un cristal. Or, ce cristal, qui représente assurément la structure la plus parfaite que puisse revêtir une substance, figure aussi la plus « évoluée » de toutes les formes sociales. C'est une espèce de société communiste, organisée non seulement pour lutter et pour se défendre, c'est-à-dire pour subsister isolément, (la cohésion et la stabilité chimique augmentent, en effet, avec la symétrie)[1], mais encore pour entrer en relation avec d'autres sociétés du même ordre. La matière à l'état solide est une immense collectivité : les atomes y jouent de nouveau le rôle d'individus; ils y ont partiellement reconquis l'égalité et l'indépendance; ils se sont rapprochés par là de leur état de nature; mais, leur énergie étant devenue plus faible, « comme ils ne pouvaient engendrer de nouvelles forces, ils n'ont plus eu d'autre moyen pour se conserver que d'unir et de diriger celles qui existaient[2] ». Une sorte de nécessité, j'allais dire d'instinct, les a rendus solidaires : cette solidarité est le fruit de leur longue évolution.

Etudier les états successifs d'une substance, c'est donc étudier l'histoire d'une société : société mobile et perfectible, que nous pouvons saisir presque à sa naissance, et que nous observons d'autre part en son plein développement. Entre ces deux extrêmes, les espèces ont évolué plus ou moins vite. Quelques-unes touchent déjà au terme de leurs progrès; d'autres, plus lentes, ont à peine quitté leurs formes primitives. Toutes n'ont pas marché du même pas, mais toutes, — au moins à l'état fluide, — semblent avoir marché parallèlement.

Nous n'essaierons pas de les suivre. En opposant la loi de l'évolution à la théorie cinétique, nous avons simplement voulu montrer qu'à côté des théories mathématiques les plus fécondes, il y a place, peut-être, pour une théorie purement *naturelle*, qui verrait dans les entités physiques, non plus de simples abstractions, mais des êtres véritables, des êtres concrets et réels, à la fois individus et sociétés, animés d'une sorte de vie intérieure, sujets, comme les êtres organisés, à l'évolution et à la dissolution, toujours à la recherche du progrès et du moindre effort, condamnés au travail, à la lutte, soumis en un mot à la loi universelle.

J. de Boissoudy.

---

[1] « ... Quin status hominum naturalis, antequam in societatem coïretur, bellum fuerit, neque hoc simpliciter, sed bellum omnium in omnes. » (De Cive. Edit. Elzévirs. 1657, p. 15.) L'état de nature, avant que les hommes vécussent en société, fut la guerre, non pas la guerre telle qu'on l'imagine, mais la guerre de chacun contre tous. « Sunt igitur omnes homines natura inter se æquales... Œquales sunt qui æqualia contra se invicem possunt. » (p. 9.) Et ailleurs : « Libertas, ut eam definiamus, nihil aliud est quam absentia unpedimentorum motus;... atque hic quoque, quo quis pluribus viis movere se potest, eo majorem habet libertatem (p. 153.)

[1] Mallard : Cristallographie. *Encyclopédie chimique de Frémy*, I, 2e vol., p. 699.

[2] *Le Contrat social*, Liv. I, ch. VI.

IDÉES NOUVELLES EN ERGOGRAPHIE

DEUXIÈME PARTIE : LA FATIGUE NERVEUSE

Comment peut-on étudier la fatigue nerveuse par la méthode ergographique? D'après ce que nous venons d'exposer[1] sur la signification physiologique du tétanos volontaire, le dynamomètre pourrait nous donner quelques renseignements à ce sujet, en calculant le produit de la force moyenne exercée sur le dynamomètre par la durée de la contraction tétanique. Un essai dynamométrique comparatif entre les différents moments du travail pourrait peut-être nous révéler des symptômes de fatigue que l'observation superficielle ne peut découvrir autrement. Mais nous possédons actuellement d'autres méthodes plus satisfaisantes.

Le Dr Stupin a étudié d'une façon spéciale un des éléments du travail volontaire que j'ai, dans mon premier article, appelé *énergie de la contraction* et qui m'avait paru un élément intéressant à notre point de vue, puisqu'il n'a aucun rapport avec la courbe de production de travail extérieur ni avec les conditions d'entraînement du muscle, mais qu'il dépend intimement du *poids* et du *rythme*.

Si nous examinons le tracé d'une longue série de mouvements musculaires exécutés avec un rythme et un poids qui permettent de travailler en régime permanent, nous verrons que, même lorsque l'individu surveille continuellement son propre travail et qu'il essaie de faire chaque fois tout son possible, il arrive rarement qu'il exécute un groupe de mouvements dont l'ampleur soit exactement la même; c'est l'énergie de la contraction qui varie d'une telle façon que les masses déplacées acquièrent chaque fois un degré différent de vitesse; elles parcourent, par conséquent, un espace qui varie chaque fois; ce sont des oscillations, parfois remarquables, autour d'une production moyenne de travail pratiquement constante.

Le sujet du Dr Stupin travaillait à l'appareil décrit par le Professeur Johansson avec différents poids et il les soulevait toujours, à chaque contraction, à une hauteur établie; deux tambours à ressort de Marey, disposés convenablement, inscrivaient l'énergie avec laquelle le poids touchait le sommet de la course et l'énergie avec laquelle il retombait.

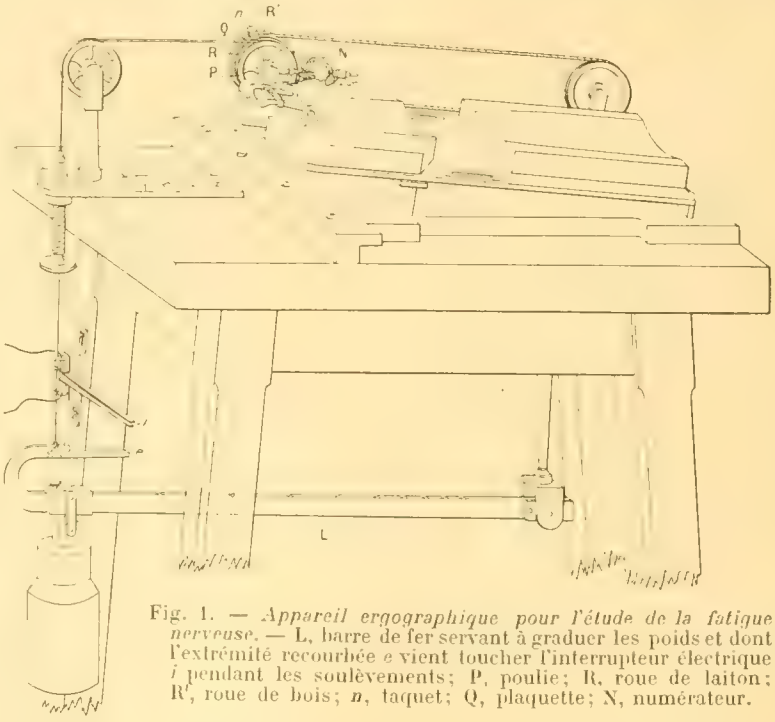


Fig. 1. — *Appareil ergographique pour l'étude de la fatigue nerveuse.* — L, barre de fer servant à graduer les poids et dont l'extrémité recourbée *e* vient toucher l'interrupteur électrique *i* pendant les soulèvements; P, poulie; R, roue de laiton; R', roue de bois; *n*, taquet; Q, plaquette; N, numérateur.

L'abaissement de la première de ces courbes et l'élévation de la seconde indiquaient dans quelle mesure la fatigue se manifestait chez l'individu durant une production permanente de travail. Le Dr Stupin a remarqué, lui aussi, que l'énergie de la contraction est indépendante de la courbe de la production de travail; mais elle varie essentiellement selon le poids, et j'ajouterai aussi selon le rythme.

J'ai cru pouvoir perfectionner cette méthode ingénieuse, et je l'ai appliquée au groupe des fléchisseurs du doigt médius, à l'aide de l'appareil ergographique reproduit dans la figure 1.

Je me suis proposé surtout :

De rendre l'appareil facilement applicable aux recherches soit du physiologiste, soit du clinicien;

De le faire servir à volonté à l'étude du travail mécanique ou de l'énergie de la contraction.

I

1° Le doigt fonctionne sur un levier placé aussi parallèlement que possible à l'os et qui tourne

[1] Voir la première partie dans la *Revue* du 30 Août 1904, t. XV, p. 774 et suiv.

sur le même axe. Au moyen de ce levier, le poids charge le muscle fléchisseur superficiel du doigt médium d'une façon constante pendant tout le parcours de la flexion, pourvu qu'on fléchisse lentement le doigt, de façon à ne pas imprimer au poids une force vive par laquelle il acquière une vitesse à lui, indépendante de celle de la phalange.

La barre de fer L fixée sous la table de l'ergographe (fig. 1) sert à graduer le poids, de façon à permettre au muscle la production de travail maximum, sans limiter l'ampleur des mouvements successifs. Celle-ci étant, dans une courbe de ce genre, pratiquement constante, il n'est plus nécessaire de l'enregistrer ; il suffit de connaître le nombre des soulèvements exécutés avec les poids successifs, et de savoir de combien de centimètres on a soulevé chaque fois le poids ; si nous connaissons aussi le temps, nous aurons tous les éléments nécessaires pour établir la quantité de travail extérieur accompli et la puissance du muscle. J'ai donc supprimé l'appareil graphique, et j'ai réduit tout l'ergographe à une seule table de 35 sur 65 centimètres, un peu plus large au bas (40 sur 70 centimètres), afin d'en augmenter la solidité et la résistance aux chocs inévitables que cause la chute du poids. La longueur totale de la barre L est de 55 centimètres ; la hauteur de la table (1 mètre environ) permet au sujet de travailler debout ou bien assis, selon les cas.

On peut placer à différentes hauteurs, sur le parcours vertical de l'extrémité *e* de la barre L, un simple interrupteur électrique *i* qui avertit l'expérimentateur si le soulèvement a été complet et qui le renseigne sur la nécessité ou non de diminuer le poids.

La ficelle destinée à soulever les poids passe dans la gorge de la poulie P et y est attachée (fig. 2). A cette poulie, dont l'axe de rotation coïncide avec celui du doigt, j'ai appliqué un loquet à levier S ; ce loquet fait fonctionner le numérateur N toutes les fois que le doigt parvient à un degré déterminé de flexion. Afin que le loquet S reprenne sa position initiale et puisse ainsi fonctionner, il faut que le sujet détende complètement le doigt en position de repos.

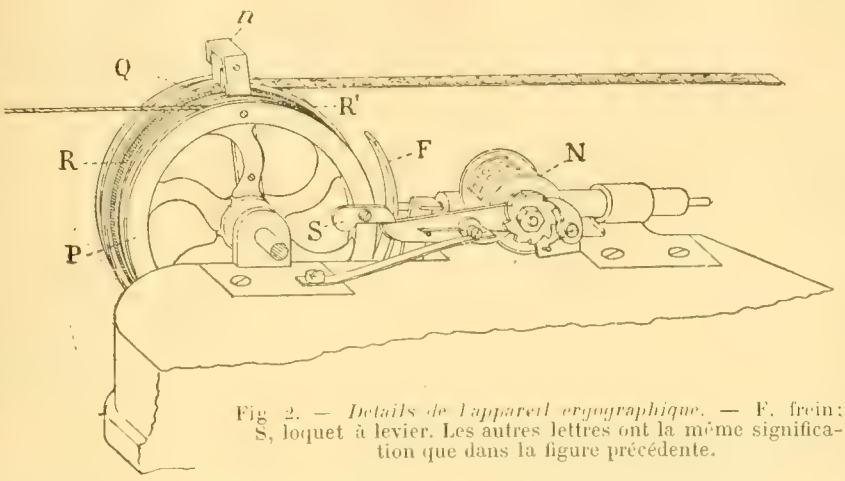


Fig. 2. — *Détails de l'appareil ergographique.* — F, frein ; S, loquet à levier. Les autres lettres ont la même signification que dans la figure précédente.

J'ai placé à l'extérieur de la poulie P une roue de laiton R (fig. 2 et 3), finement dentelée à sa périphérie, annexée à une roue de bois R, du même diamètre, et folle sur le même axe que celui de la poulie P ; la roue de bois supporte un ruban sans fin gradué en centimètres (longueur, 90 centimètres).

La poulie P porte un taquet de détente *n* (fig. 3), qui saisit la roue R à la périphérie et l'entraîne dans le mouvement de rotation imprimé par la flexion à la poulie. Le développement du ruban nous apprend l'extension du soulèvement en centimètres. J'ai dû cependant ajouter une courte plaquette en laiton, convenablement recourbée, de la largeur de 1 centimètre environ, qui éloigne le taquet *n* de la roue R sur le parcours de 0m,07 environ, afin d'éviter que la roue même rebondisse par la chute du poids. Cette plaquette occuperait dans la figure 3 la place de la plaquette plus longue Q, dont je parlerai tout à l'heure.

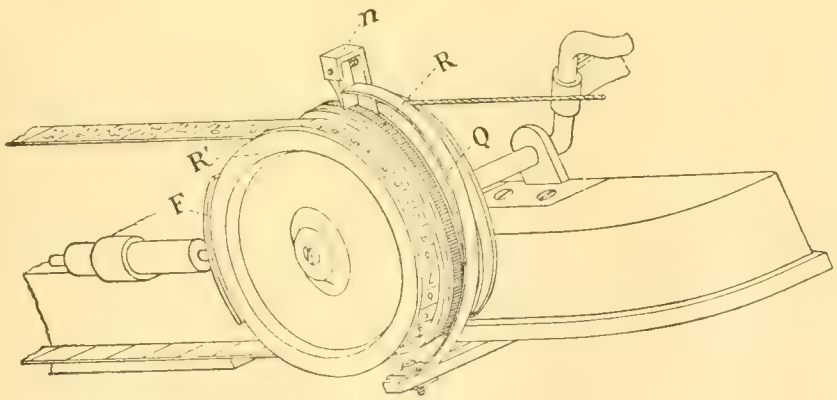


Fig. 3. — *Détails de l'appareil ergographique vu de derrière.*

On devra donc ajouter à la hauteur totale des soulèvements autant de fois $0^m,07$ que le nombre des soulèvements exécutés.

En outre, la roue R assume elle-même une vitesse qui varie sensiblement d'une contraction à l'autre, et, en ces circonstances, le parcours du ruban ne serait plus l'expression fidèle du soulèvement que le poids a réellement subi. Le frein à ressort F a pour fonction d'éliminer cette cause d'erreur (fig. 3).

2° Lorsqu'au lieu du travail exécuté on veut connaître la marche de l'énergie de contraction pendant un travail rythmique prolongé, on fait fonctionner l'appareil d'une façon quelque peu différente.

Au lieu de la courte plaquette en laiton, on en applique une autre plus longue Q (fig. 3), recourbée de façon à ne pas empêcher la rotation de P, et de longueur telle que le taquet *n* ne saisisse la roue R qu'à la fin de l'excursion ; la plaquette dont je me suis servi mesurait 8 centimètres de longueur, de sorte que la roue R n'était saisie qu'à 1 centimètre environ avant le sommet de l'excursion et, si la flexion se faisait lentement, le taquet parvenait à peine à la toucher.

De cette façon, le choc que la roue R reçoit à un moment donné des flexions successives nous indique l'énergie de la contraction, et ce choc imprime à la roue une énergie plus ou moins grande, que nous apprenons en lisant le nombre de centimètres dont le ruban s'est déplacé.

Pour étudier la courbe de l'énergie de la contraction pendant le travail rythmique, il faut lire à chaque soulèvement le chiffre du ruban au niveau de l'extrémité de la plaquette; ces chiffres nous servent ensuite à déduire, par des soustractions très simples, le parcours de la roue R à chaque soulèvement.

Pour mesurer la valeur moyenne de l'énergie pendant une série plus ou moins longue de contractions, il suffit, au contraire, de compter à partir de la division 0, au niveau de l'extrémité supérieure de la plaquette, les tours complets et la fraction de tour en centimètres faits par le ruban.

Le nombre total des centimètres, partagé par le nombre des soulèvements exécutés, donne la valeur moyenne de l'énergie de contraction.

Cet appareil nous permettra donc d'étudier la courbe de diminution de l'énergie de contraction, c'est-à-dire les lois suivant lesquelles diminuent les réserves d'énergie nerveuse que nous épuisons pratiquement dans la mesure que les conditions extérieures du travail nous imposent, dans le but d'obtenir l'effet extérieur de la façon la plus économique.

Cet appareil nous permettra aussi de répondre aisément au problème : une production de travail extérieur pratiquement constant n'occasionne-t-elle aucune sorte de fatigue?

C'est bien dans ces termes qu'il faut formuler le problème, puisque la plupart des expérimentateurs qui ont étudié jusqu'ici la fatigue à l'aide de la méthode ergographique n'ont considéré comme unique manifestation de la fatigue, musculaire et nerveuse à la fois, que la dépression graduelle de l'ergogramme et la diminution du travail extérieur.

On en arrivait à conclure que, si la production du travail ergographique ne diminue pas et si la courbe de fatigue ne tombe pas, c'est parce qu'il n'y a point de fatigue. La solution de ce problème a une importance bien pratique aussi, puisque le travail de l'ouvrier, et surtout de l'ouvrier employé aux machines, s'accomplit le plus souvent dans des circonstances de rythme et d'intensité uniformes, tout en continuant pendant des heures en régime permanent; et l'ergographie ne peut manquer à sa tâche de donner quelques notions pratiques sur la meilleure manière d'organiser le travail. Les résultats que j'ai résumés dans les paragraphes précédents ont déjà un certain intérêt à ce point de vue.

Voici ce que m'ont appris mes dernières recherches, au sujet de l'influence du poids et du rythme sur l'énergie de contraction et sur la fatigue nerveuse durant le travail en régime pratiquement régulier.

II

Comme l'homme subordonne ses mouvements à un but déterminé, il tâche de distribuer la tension entre les muscles qu'il lui faut employer de façon à en éprouver le moins possible un sentiment d'effort. Ce sentiment d'effort se trahit par un malaise indéfini, que le sujet peut même prendre pour de la fatigue; mais, à part la fatigue réelle du muscle, il est occasionné par les résistances qui s'opposent au sujet dans l'exécution du mouvement.

Il faudra dire, dans ce cas, que les résistances sont inadéquates; et *ce fait peut se vérifier aussi bien pour des charges trop petites que pour des poids trop lourds.* J'ai réuni dans mes cahiers bon nombre d'expériences où j'exécutai, à des rythmes divers (dix-sept, vingt-quatre et trente-quatre soulèvements par minute) et avec des poids qui variaient entre 1 et 9 kilogs, de très longues séries de soulèvements, qui alternaient avec des intervalles de repos plus, aussi ou moins longs que les périodes de travail. Chaque série se prolongeait pendant cinq, dix et quinze minutes, quelquefois même trente et quarante-cinq minutes, et elle ne contenait jamais moins de 250 à 300 contractions; chaque contraction d'une série représentait la même quan-

tité de travail extérieur; mais cette quantité variait dans les différentes séries, et d'une expérience à l'autre en raison du poids soulevé. J'enregistrais le nombre de centimètres que parcourait la roue à chaque contraction et j'apprenais par là l'énergie moyenne de contraction.

J'obtins comme résultat que : *lorsque l'individu travaille au soulèvement d'une masse en des circonstances qui lui permettent d'utiliser toute la force vive qu'il lui imprime, l'énergie moyenne de contraction atteint le maximum de valeur avec un poids déterminé qui provoque, par conséquent, un sentiment minimum d'effort* (fig. 4).

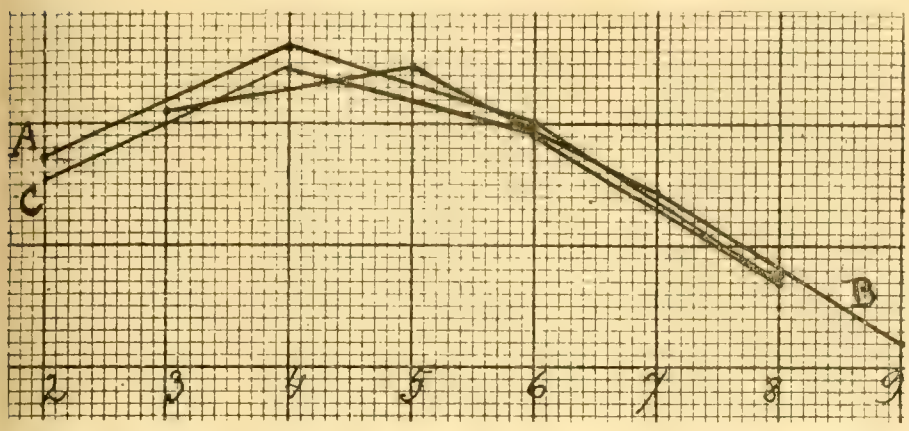


Fig. 4. — *Expérience du 20 mars 1903.* — Energie moyenne de contraction avec différents poids. Rythme, vingt-quatre par minute; travail, sept minutes; intervalles de repos, sept minutes. Le travail a lieu dans l'ordre suivant : 2, 4, 6 et 8 kilogs (série A); 3, 5, 7 et 9 kilogs (série B); 2, 4, 6 et 8 kilogs (série C). On aperçoit en C une légère trace de fatigue, surtout pendant le travail avec les poids légers. Les nombres sur l'abscisse indiquent le poids. Les ordonnées indiquent la valeur moyenne de l'énergie de contraction.

Il faudra donc appeler ce poids *le poids optimum* par rapport à la fatigue dans le travail volontaire, et ce poids est bien autre chose que le poids maximal. Il variait, dans mes expériences, entre 4 et 6 kilogs.

L'énergie moyenne n'atteint pas toute sa valeur avec les poids trop petits parce que, quoiqu'on essaie d'imprimer au mouvement toute l'énergie, c'est-à-dire toute la vitesse dont on est capable, la force de la contraction dépend néanmoins essentiellement de la charge, et, au surplus, si celle-ci est légère, le sujet a une certaine difficulté à bien se pénétrer des conditions dans lesquelles il travaille (fig. 5). Il s'ensuit que l'énergie de contraction est faible dès le commencement et que le sujet s'aperçoit qu'il n'est pas à son aise pour travailler.

Le maximum d'énergie moyenne correspond au poids par lequel on arrive le plus rapidement aux valeurs maximales, qu'on ne quitte plus, sauf les oscillations que nous avons déjà mentionnées (fig. 6).

Les poids forts font baisser la valeur de l'énergie moyenne. Si cette valeur surpasse, dès le commencement, un certain degré, elle peut se maintenir, sauf les oscillations ordinaires, pendant toute la durée du travail; au contraire, si elle descend, depuis le commencement ou peu après, dans une certaine mesure (environ à 10 dans nos diagrammes), la courbe diminue alors d'une façon graduelle, mais sensiblement. Voilà, évidemment, les conditions les plus mauvaises pour accomplir un travail en régime constant, conditions qui touchent à l'effort et qui sont les plus pénibles pour le sujet (fig. 7, 8, 9).

La charge qui représente l'optimum pour l'énergie de contraction est d'autant plus petite que les conditions d'expérience se prêtent moins à utiliser la force vive de la masse qu'on déplace, par exemple lorsque le poids est représenté par des anneaux de caoutchouc qui ne gênent aucunement, par leur distension, l'ampleur du mouvement.

Lorsque le travail se fait dans des circonstances mécaniques convenables, poids optimum et rythme qui ne soit pas trop fréquent (dans nos expériences, le plus favorable a été celui de vingt-quatre soulèvements par minute), l'énergie de contraction varie

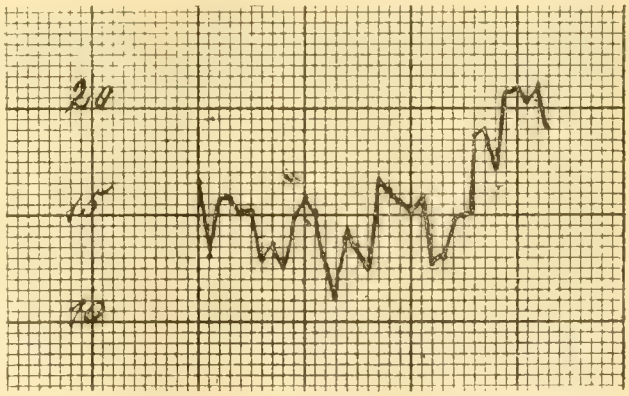


Fig. 5. — *Expérience du 20 mars 1903.* — Courbe de l'énergie moyenne de contraction pour chaque groupe de cinq contractions : le sujet travaille avec 3 kilogs. Il faut longtemps avant que le sujet se pénètre bien des conditions mécaniques dans lesquelles il travaille. Chaque division de l'abscisse représente un groupe de cinq contractions. Les valeurs des ordonnées représentent l'énergie moyenne de contraction.

autour d'une moyenne qui reste constante; ces oscillations empêchent, par leur ampleur et leur durée, que la moyenne descende au delà d'une valeur déterminée. *Mais, lorsqu'on doit travailler avec des poids supérieurs à l'optimum, quoique la production du travail extérieur demeure pratiquement constante, la fatigue ne tarde pas à se révéler par une diminution de l'énergie moyenne de con-*

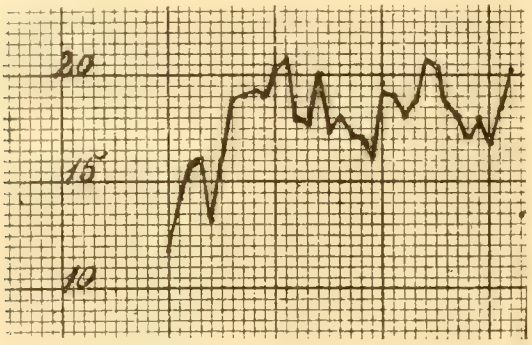


Fig. 6. — *Expérience du 20 mars 1903* (voir fig. 4). — Marche de l'énergie moyenne de cinq en cinq contractions; le sujet travaille avec 4 kilogs (série A) (optimum).

traction, tandis que les oscillations se réduisent fortement (fig. 7, 8, 9).

Il faut donc éviter, afin que la production de travail rythmique puisse se prolonger en régime permanent, que l'énergie de la contraction descende au delà d'une certaine mesure; si l'on se réduit à travailler en conditions d'effort, c'est la courbe même du travail extérieur qui décroît alors rapidement, comme dans les tracés qu'on obtient par

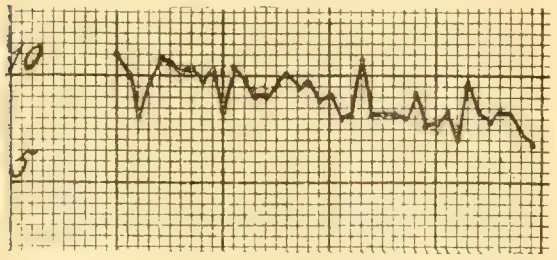


Fig. 7. — *Expérience du 20 mars 1903.* — Marche de l'énergie moyenne de cinq en cinq contractions, avec 8 kilogs (série A).

la méthode ergographique du Professeur A. Mosso. L'ergogramme qu'il a étudié doit donc être considéré comme représentant la courbe du travail exécuté en conditions d'effort, c'est-à-dire une courbe très complexe de la fatigue, où l'élément nerveux, cependant, joue le rôle le plus important.

L'étude de l'énergie moyenne de contraction nous prouve, elle aussi, que le *rythme* constitue une cause essentielle de fatigue, qu'il soit déterminé par un métronome ou laissé au choix du sujet.

Pour que le travail puisse procéder en régime permanent, il faut que le rythme ne surpasse pas une certaine fréquence, qui se trouve être en rapport avec l'intensité du travail, c'est-à-dire avec les masses à soulever.

Broca et Richet nous ont renseignés sur les conditions les plus avantageuses pour la production maximale de travail en régime permanent avec un poids léger; des recherches expérimentales faites

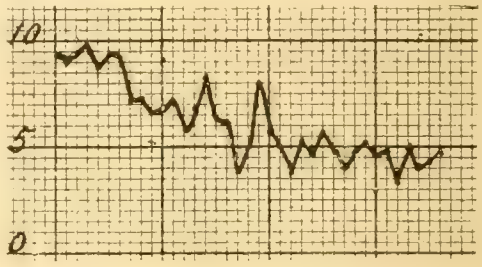


Fig. 8. — *Expérience du 16 mars 1903.* — Marche de l'énergie moyenne de cinq en cinq contractions, avec 9 kilogs. Rythme, quatorze par minute.

sur eux-mêmes ont démontré qu'on obtient l'optimum de puissance musculaire en régime constant lorsqu'on travaille avec un poids relativement fort, avec une grande fréquence et en alternant les périodes de travail avec des intervalles de repos de la même durée (deux secondes). Ces auteurs insistent sur le fait qu'avec ces fréquentes intermittences ils ont pu atteindre le double de puissance que par le travail continu, avec un effort bien moindre et presque point de souffrance.

Dans le travail industriel, on trouve assez sou-

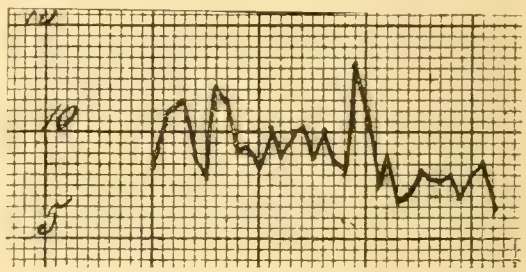


Fig. 9. — *Expérience du 18 mars 1903.* — Marche de l'énergie moyenne de cinq en cinq contractions, avec 8 kilogs, au rythme de trente-quatre par minute. Poids optimum, 4 à 5 kilogs.

vent réalisées des circonstances analogues à celles étudiées par A. Broca et Ch. Richet, c'est-à-dire que l'individu exerce sa force contre des résistances faibles, mais avec un rythme fréquent. Mais l'ouvrier ignore en quelle mesure il doit alterner le travail et le repos; en face, par exemple, d'une machine qui marche sans arrêt et à laquelle il doit fournir, par un mouvement rythmique très fréquent, le matériel de travail, cet ouvrier se trouve donc exactement en des circonstances très favo-

rables à la fatigue, sans que, toutefois, elle apparaisse d'une façon considérable dans la courbe de la production de travail.

La nécessité, reconnue par ces auteurs, d'insérer des périodes de repos aussi longues que les périodes de travail, témoigne par elle-même qu'un rythme de travail trop fréquent entraîne des symptômes de fatigue qui rendent le repos nécessaire, et qu'on doit probablement attribuer au facteur nerveux de la contraction musculaire.

Mes expériences m'ont démontré que :

1° Pour un même poids, l'énergie moyenne qu'on peut atteindre dans le travail rythmique est d'autant plus grande que le rythme est plus lent;

2° *Pendant le travail à rythme spontané, quel que soit le poids, et bien qu'il permette un régime de travail permanent, il intervient toujours dans l'énergie de contraction un degré plus ou moins sensible de fatigue, malgré les oscillations amples et continues de l'énergie de contraction, qui constituent évidemment un moyen de défense;*

3° *Dans le travail à rythme spontané, bien que celui-ci se ralentisse au fur et à mesure qu'on augmente le poids, l'optimum se trouve être toujours le poids le plus léger.* Ce qui prouve, à mon avis, que notre organisme assume en général, dans le travail, un rythme trop fréquent, plus favorable donc à produire un travail extérieur qu'à conserver à une certaine hauteur le niveau de l'énergie de contraction;

4° *L'énergie que nous pouvons imprimer à la contraction volontaire change considérablement d'un jour à l'autre, tandis que la puissance musculaire ne change apparemment pas.* Ce manque d'énergie apparaît plus évident surtout dans le travail à rythme spontané, probablement parce qu'on assume toujours un rythme trop fréquent;

5° Lorsque le poids augmente, la fréquence du rythme spontané diminue de telle façon que la production de travail reste cependant constante; *mais elle diminue en proportion moindre que l'augmentation du poids.* Cela doit avoir lieu aux dépens de l'énergie de contraction, puisque, d'après les recherches de A. Maggiora, lorsqu'on travaille en condition d'effort, c'est-à-dire dans des conditions où l'énergie de contraction joue certainement le rôle principal, il faut, pour éviter la décroissance de la courbe, ralentir le rythme en proportion beaucoup plus grande qu'on n'augmente le poids;

6° La valeur des résistances a donc une influence défavorable autant sur la fréquence du rythme spontané que sur l'énergie de contraction, *mais la possibilité de graduer le rythme ne suffit pas à placer l'organisme à l'abri d'une dépense trop grande d'énergie nerveuse. Ce moyen devient plus insuffisant encore lorsque l'individu est en état de fatigue ou sous l'influence de certaines substances* (par exemple le café);

7° Nous pouvons nous représenter la quantité d'énergie qu'on emploie durant le travail en rythme spontané par le produit des trois facteurs : poids, fréquence du rythme et énergie moyenne de contraction. J'ai observé que ce produit a justement les valeurs moindres lorsque la fréquence du rythme est excessive.

Donc, tandis que la marche de la production de travail ne laisse rien transparaître, on peut découvrir des traces de fatigue grâce à l'étude de l'énergie de contraction; ce sont les traces de cette fatigue indéfinissable que l'on éprouve à la fin d'une journée de travail, mais qu'il est très difficile d'apprécier; c'est la fatigue dont on doit probablement rechercher le siège dans les centres nerveux et contre laquelle nous ne possédons qu'une arme très imparfaite : la faculté de ralentir le rythme du travail dès que nous nous apercevons d'une résistance plus grande.

Mais, l'intelligence et la volonté nous poussant à un travail intensif afin d'atteindre le maximum d'effet utile en un minimum de temps, et nos muscles pratiquement inépuisables y aidant, il s'établit un état de choses qui nous entraîne à un redoutable surmenage des parties du système nerveux qui fonctionnent en régulateurs immédiats de nos énergies. On voit aisément que ces conclusions, qui coïncident pourtant avec l'observation des faits ordinaires de la vie, ne s'accordent pas très bien avec l'opinion, très répandue parmi les physiologistes, que la fatigue exerce une fonction protectrice vis-à-vis de l'organisme, soit que l'on croie que le système nerveux protège le muscle à ses dépens, soit que l'on suppose que le muscle préserve de l'épuisement la fonction psycho-motrice, grâce à une paralysie périphérique.

Il faut conclure aussi, d'après mes expériences, que l'énergie moyenne de contraction n'augmente pas, par l'effet de l'exercice, d'une façon appréciable; *il ne paraît donc pas exister un véritable entraînement chez la fonction motrice nerveuse.* Dans quelques expériences seulement, faites dans des conditions très particulières de travail, j'ai pu observer un *entraînement immédiat.* On le reconnaissait à la circonstance que, à parité de poids, vers la fin de l'expérience, le rythme spontané paraissait diminuer de fréquence, et l'énergie de contraction devenir plus grande qu'elle ne l'était dans les premières phases de l'expérience [1].

Dr Zacharie Treves,
Privat-docent à l'Université de Turin.

[1] Nos recherches sur la fatigue nerveuse ont été exposées plus en détail dans l'*Archivio di Fisiologia*, dirigé par le Prof. J. Fano (Janvier 1904).

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Swinburne James. — **Entropy; or Thermodynamics from an Engineer's standpoint and the reversibility of Thermodynamics.** (L'ENTROPIE, OU LA THERMODYNAMIQUE AU POINT DE VUE DE L'INGÉNIEUR ET LA RÉVERSIBILITÉ EN THERMODYNAMIQUE.) — 1 *vol. in*-8° *de* 137 *pages et* 11 *figures* (*Prix* : 5 *fr.* 65). *Archibald Constable, éditeur. Londres*, 1904.

Le but de l'auteur est d'éclaircir la notion de l'entropie, en la dégageant de tout appareil mathématique inutile et en recourant uniquement aux faits réels, à l'exclusion des phénomènes fictifs tels que les phénomènes réversibles. L'auteur examine successivement la notion de l'entropie, le diagramme de la température et de l'entropie dans le cas des gaz parfaits et de la vapeur d'eau, et la conduction de la chaleur. Il termine par un appendice intitulé : la réversibilité dans la Thermodynamique. Cet appendice constitue, en réalité, la partie essentielle de l'ouvrage, qu'il résume et dont il fait connaître le but et la méthode.

L'auteur fait remarquer qu'aucune branche de la science n'est plus mal comprise que la Thermodynamique, non seulement des étudiants, mais aussi d'hommes de science de grande réputation et spécialistes en Thermodynamique. Le mal vient, dit-il, du développement historique de la Thermodynamique, ses auteurs s'étant absorbés, avec des idées fausses, dans la considération des cycles réversibles. La « chaleur » n'est pas convenablement définie; il règne à ce sujet une confusion complète. Le fait que l'expression $\int \frac{dQ}{T}$ est une différentielle exacte a entraîné un abus des formules algébriques, et la Thermodynamique a dégénéré en une suite d'exercices sur les équations différentielles. Enfin, et surtout, l'intérêt qui s'est attaché à la considération du cycle de Carnot a détourné l'attention de la considération des cycles irréversibles, qui sont les seuls observés dans la Nature, et ainsi la Thermodynamique est devenue la science de phénomènes imaginaires, plutôt qu'une science de la réalité. Au lieu d'être basée sur la réversibilité, la Thermodynamique aurait dû l'être sur le principe d'augmentation de l'entropie. On n'a, d'ailleurs, jamais défini l'entropie que comme étant un facteur de la chaleur, ce qui est évidemment (*sic*) un non sens; de là un tissu d'erreurs et de malentendus qui a recouvert toute la Thermodynamique, devenue un simple véhicule à l'usage des mathématiciens aveugles.

La Thermodynamique est à refaire, et c'est l'œuvre que M. James Swinburne a entreprise dans une série d'articles publiés dans l'*Engineering* en 1903, et qui constituent la partie principale de l'ouvrage analysé ici.

Le point de départ du nouvel exposé est le principe de dissipation de l'énergie. L'auteur ne définit pas l'énergie, qui, d'après lui, est une notion évidente, et il explique le principe de dissipation avant d'expliquer la réversibilité et le cycle de Carnot.

L'entropie est définie d'abord sans référence à la quantité de chaleur qui passe dans le corps; l'accroissement de l'entropie est considéré comme le phénomène normal, et le changement réversible comme une exception purement idéale. La seconde loi de la Thermodynamique est fondue dans le principe de l'impossibilité du mouvement perpétuel; il est parlé de l'entropie de l'Univers, et d'un système isolé avant la considération de l'entropie du corps qui se transforme; enfin, l'accroissement de l'entropie pendant le phénomène de conduction n'est traité qu'en dernier lieu. En définitive, la méthode ordinaire d'exposition est complètement renversée. C'est bien, comme le dit l'auteur, le caractère essentiel de son œuvre, très propre, pense-t il, à écarter l'obscurité et les erreurs qui règnent en Thermodynamique et à rendre cette science plus aisément accessible, notamment aux ingénieurs.

D'après M. James Swinburne, l'énergie se présente sous deux formes : travail et chaleur, qui peuvent se transformer l'une dans l'autre, avec cette particularité que la chaleur ne peut être transformée en travail que si une partie de la chaleur du corps chaud subit une dégradation en passant à une température plus basse. La chaleur ainsi considérée comme l'une des deux formes de l'énergie comprend la chaleur sensible, et la partie de la chaleur latente qui n'est pas affectée aux changements de volume, ou autres travaux extérieurs : telle est, notamment, l'énergie chimique.

Il y a trois classes de mouvement perpétuel : La première comprend les mouvements d'un système qui peut abandonner constamment de l'énergie, sans que son énergie décroisse, la seconde se rapporte aux systèmes isolés qui seraient en mouvement perpétuel malgré un frottement, et la troisième comprend les mouvements d'un système qui ne comporterait pas de frottement. L'impossibilité de ces mouvements renferme les trois lois de la Thermodynamique. On en déduit les principes suivants :

Le principe de la dissipation de l'énergie consiste en ce qu'une partie de la chaleur empruntée à une source ne peut être transformée en travail et passe nécessairement dans un corps à température plus basse. Aucun phénomène ne se produit dans la Nature sans dissipation d'énergie. L'entropie d'un système isolé est le rapport entre l'énergie dissipée et la plus basse température utilisable (*available*).

L'entropie de l'Univers tend à augmenter. L'énergie dissipée augmente plus rapidement que l'entropie, parce que la plus basse température utilisable s'élève toujours. De même que la chaleur, l'entropie *se meut* d'un corps à un autre. L'augmentation d'entropie d'un système isolé est l'idée fondamentale. On passe de là à l'idée des variations d'entropie des parties du système. Un changement réversible est un changement idéal qui pourrait se faire, toutes choses égales d'ailleurs, dans la direction opposée. L'entropie d'un système isolé ne varie pas quand ce système subit un changement réversible. L'entropie d'un corps peut diminuer sans que le corps abandonne de la chaleur, mais seulement dans un circuit thermo-électrique. Dans tous les autres cas, il faut qu'il y ait dégagement de chaleur. L'entropie d'un corps est une quantité infinie[1] (p. 105). M. James Swinburne définit ensuite le potentiel thermodynamique, tout en protestant contre l'usage immodéré et impropre du mot potentiel, puis l'entropie et le travail non compensés et l'énergie libre.

A part l'ordre suivi, on voit que l'exposé de l'auteur ne diffère pas essentiellement des exposés classiques, et, à ce point de vue, la forme seule de l'ouvrage peut paraître originale. Toutefois, M. Swinburne a des idées qui lui sont propres, outre l'idée de dériver la notion d'entropie de la dissipation d'énergie. C'est ainsi qu'il se représente l'énergie intérieure d'un corps ou d'un système de corps comme étant formée de trois sortes de chaleurs distinctes : chaleur sensible, chaleur

[1] Cette conclusion est basée sur une erreur de calcul, également commise par M. Berthelot, au sujet de l'expression $\frac{0}{0}$.

latente, chaleur chimique; et il semble que l'énergie intérieure ainsi considérée par lui est celle du corps supposé maintenu à volume constant. De même, il admet que l'entropie est une quantité complexe, c'est-à-dire une somme de quantités simples d'espèces différentes, qui peuvent varier indépendamment, mais qu'elle n'est pas un facteur de la chaleur; du reste, les facteurs de l'Énergie sont ses bêtes noires. Il explique que cette décomposition de l'entropie permet de lui attribuer une signification physique, en prenant pour base la théorie moléculaire.

M. Swinburne admet aussi que, dans un corps qui est le siège d'un flux permanent de chaleur, l'entropie augmente des points de haute température aux points de basse température, en se basant sur l'idée du mouvement de l'entropie.

Il propose pour l'unité de mesure de l'entropie le nom de *Claus*, le Claus correspondant à une dissipation d'énergie de 1 Joule à la température de 1°.

Le petit livre de M. James Swinburne, qui contient un certain nombre de répétitions, est écrit avec humour et sincérité; on le lira avec fruit. L'auteur nous initie avec candeur aux perplexités de son esprit. Mais ses idées ne nous ont pas paru toujours justes; ses explications manquent de précision, il saute parfois à pieds joints sur les difficultés, ce qui lui permet par exemple de renverser l'ordre logique et de définir l'entropie en fonction de l'énergie.

Il ne sait pas séparer la science de la Chaleur de la science de l'Énergie ou de la Thermodynamique, qui est une science plus abstraite (au sens d'Herbert Spencer), et il ne voit pas que, n'y eût-il pas dégradation d'énergie, mais au contraire exaltation d'énergie, l'entropie n'en existerait pas moins, et que sa définition ne doit pas être, par conséquent, rattachée au principe de la dissipation de l'énergie. Enfin, il ne semble pas qu'il ait acquis d'idées suffisamment nettes et précises sur l'Énergie, ses facteurs et ses transformations.

Mais ce que nous lui reprocherons principalement, c'est le manque d'esprit philosophique de son livre. Les critiques qu'il adresse aux exposés classiques de la Thermodynamique sont fondées (l'auteur gagnerait cependant à se mettre au courant de la littérature française[1]); ses remarques au sujet de l'abus des formules mathématiques et de leur impuissance à alimenter des idées réelles sont spirituelles et tout à fait justes (p. 92, 93, 101, 112, 120, etc.). Cependant, sa tentative de réforme ne sera peut-être pas couronnée de succès, et nous craignons qu'il n'ait obscurci plutôt qu'éclairci, pour certains des lecteurs de son ouvrage, qui ne peuvent être, d'ailleurs, que des gens déjà très au courant de la Thermodynamique, les idées que ceux-ci se sont déjà faites ou qu'on leur a données.

Quand on cherche à réformer l'exposé d'une branche de la Science, il faudrait se rendre compte qu'on entreprend une tâche plus philosophique que scientifique. Elle intéressera peu le savant de laboratoire, qui, d'ordinaire, est engagé dans une voie très spéciale; elle n'intéressera guère le mathématicien, qui n'aime pas trop ce qui sort des combinaisons de lettres. Mais elle attirera surtout l'attention du philosophe, dont l'esprit est curieux d'analyse. Il faut donc, en une telle recherche, avoir une base philosophique, savoir qu'il y a à distinguer le simple du composé, et connaître les caractères du simple. C'est à quoi il semble aisé d'atteindre dans la patrie du chancelier Bacon et de l'ingénieur Herbert Spencer. Nous ne doutons pas que pour l'avenir, M. Swinburne ne se débarrasse, avec quelques erreurs, d'une certaine « looseness » dans ses exposés et n'apporte plus de logique dans l'enchaînement des notions et des principes de la Thermodynamique. Dans tous les cas, son œuvre actuelle peut être considérée comme une très utile et très intéressante contribution à la Thermodynamique, et nous engageons les lecteurs français, qu'intéresse le mouvement scientifique contemporain, à en prendre connaissance.

G. Mouret,
Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

[1] Thermodynamique de Lippmann, d'Ariès, articles sur l'entropie publiés en 1895, dans cette *Revue* même, etc. En citant les auteurs du principe du travail maximum, M. Swinburne ne mentionne pas M. Berthelot (p. 122).

Marcolongo (Roberto), *Professeur à l'Université de Messine.* — **Teoria matematica dell'equilibrio dei corpi elastici.** — 1 *vol. in*-16 *de* 366 *pages.* (*Prix* : 3 *fr.*) *U. Hoepli, éditeur. Milan*, 1904.

Dans ce volume, M. Marcolongo a développé une série de leçons faites par lui à l'Université de Messine; mais, en les publiant, il a tâché d'être encore utile aux élèves des Ecoles des Ponts et Chaussées qui éprouvent le besoin d'approfondir, à l'aide de l'Analyse, les questions relatives à la Théorie de l'élasticité. Dans ce but, l'auteur a introduit, au commencement de son ouvrage, trois chapitres, dont le premier s'occupe des lemmes usuels de Gauss, de Green, etc., et du problème de Dirichlet, qui est résolu pour les cas plus simples de la sphère et du plan infini, etc. Cependant, M. Marcolongo ne s'arrête pas au cas des fonctions harmoniques; mais il considère les fonctions polyharmoniques qui ont été très étudiées par les mathématiciens italiens. Dans le deuxième chapitre, il est question des fonctions potentielles newtoniennes d'espace, dont l'auteur donne les propriétés les plus remarquables et les plus récemment considérées. Le troisième chapitre contient un résumé des principales connaissances de la Mécanique des corps continus, limité à la Cinématique et à la Statique; et M. Marcolongo a réussi, en peu de pages, à traiter, dans ce chapitre, une quantité de questions, avec une grande clarté.

Après cette introduction assez longue, mais très utile, M. Marcolongo, dans les chapitres suivants, expose les théories récentes de Voigt sur les constantes élastiques et sur la théorie des actions immédiates, avec de nombreux résultats numériques. L'auteur donne, d'une façon détaillée, la méthode d'intégration, avec les perfectionnements de M. Cerruti, pour les équations des corps isotropes; puis suivent les remarquables formules de Somigliana, et une notice sur les dernières recherches de Lauricella, de Cosserat, et les travaux de Fredholm et de Gebbia sur les corps élastiques quelconques. Dans ce recueil de méthodes générales, M. Marcolongo ne se borne pas à une simple exposition; il a dû résumer les questions, mais en entrant dans des détails et recourant à des simplifications qui sont son œuvre personnelle. Les trois derniers chapitres sont consacrés aux problèmes de Saint-Venant sur les déformations des tiges cylindriques, au problème complémentaire et à l'exposition des principes d'où découlent les méthodes de Voigt pour la détermination des coefficients d'élasticité des cristaux.

Le traité de M. Marcolongo est très riche en données numériques et en notes historiques et bibliographiques. En un mot, il s'agit d'un ouvrage fait avec un soin scrupuleux et une grande compétence, et qui, résumant d'une façon claire, précise, élégante, les travaux les plus importants de Mécanique, forme une excellente introduction aux recherches supérieures, et sert de guide très utile à ceux qui se proposent d'étudier la théorie de l'élasticité.

Ernesto Mancini,
Secrétaire de l'Académie Royale de Lincei.

2° Sciences physiques

Dillaye (**Frédéric**). — **Le tirage des épreuves en Photographie**, *ouvrage adopté par le Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts.* — 1 *vol. in*-8° *de* 428 *p. avec fig.* (*Prix* : 4 *fr.*) *J. Tallandier, éditeur, Paris*, 1904.

M. Frédéric Dillaye, un amateur dont tous les fidèles de la chambre noire connaissent les beaux travaux, vient de publier un nouveau livre : « Le tirage des épreuves en photographie », appelé au même succès

que les précédents. Il nous suffira d'en donner les grandes divisions pour en montrer tout l'intérêt :

Les différents procédés de photocopie (papiers salés, albuminés, émulsionnés, virage, fixage, lavage);

Les images latentes développables (papiers au gélatino-bromure et gélatino-chlorure);

Images semi-visibles développables (papiers au platine et au chlorure d'argent, platinotypie artistique);

Images latentes dépouillables (papiers au charbon et photo-teinte).

Ce qui distingue avant tout ce livre, c'est son caractère pratique et la clarté qu'a apportée l'auteur dans toutes ses explications. Au surplus, la compétence et l'autorité de M. Frédéric Dillaye en matière photographique sont suffisamment reconnues pour que son nom soit la meilleure garantie de la valeur du nouvel ouvrage.

Petit (P.), *Professeur à l'Université de Nancy, directeur de l'Ecole de Brasserie.* — **Brasserie et Malterie.** — 1 *vol. gr. in-8° de* 359 *pages et* 89 *figures.* (*Prix* : 12 *fr.*) *Gauthier-Villars et Cie, éditeurs. Paris*, 1904.

La brasserie et la malterie sont au nombre des industries agricoles qui ont largement profité des progrès de la science. Les travaux de Pasteur ont été le point de départ des plus importants de ces progrès: ceux qui ont trait à la fermentation. L'industrie allemande a su en tirer largement parti, et c'est plus tard seulement que notre industrie est entrée dans la bonne voie. L'Ecole de Brasserie de Nancy, qui a été fondée il y a une dizaine d'années, a contribué à cette évolution de la brasserie française; et son directeur, M. Petit, est l'un des savants les plus autorisés dans ces questions. Aussi le livre qu'il a écrit est-il plein de documents du plus grand intérêt pour les techniciens et les industriels.

La fabrication du malt est l'objet d'une étude très détaillée, dans laquelle M. Petit décrit les phénomènes physiques, mécaniques, chimiques et biologiques qui se produisent pendant les opérations successives du trempage, de la germination et du touraillage. C'est la connaissance de ces faits d'ordre scientifique qui permet à l'auteur d'établir dans quelles conditions il faut se placer pour réaliser pratiquement un bon maltage.

M. Petit procède de même pour l'étude des phases principales de la fabrication de la bière, c'est-à-dire le brassage, le houblonnage et la fermentation; il montre dans chacune de ces opérations les transformations qui se produisent et les conditions que l'on doit réaliser pratiquement pour obtenir les résultats les plus favorables. Il a voulu avant tout faire œuvre pratique; il met la science au service de l'industrie mais on voit qu'il est convaincu que c'est par la science seule que l'industrie peut progresser.

L'auteur a terminé son ouvrage par d'intéressantes considérations sur la valeur hygiénique de la bière; il s'y élève, notamment, contre les exagérations de presse relatives aux falsifications.

X. Rocques.
Ingénieur-chimiste,
Ancien chimiste principal
du Laboratoire municipal de la Ville de Paris.

3° Sciences naturelles

Hedin (Dr Sven). — **L'Asie inconnue. I. Dans les sables de l'Asie.** 1 *vol. in-8° de* 396 *pages avec figures et cartes.* (*Prix* : 10 *fr.*). — **II. Vers la Ville interdite.** 1 *vol. in-8° de* 404 *pages, avec figures et cartes.* (*Prix* : 10 *fr.*) — *Traduit du Suédois par* M. Ch. Rabot. *Félix Juven, éditeur, rue Réaumur. Paris*, 1904.

Nos lecteurs connaissent les principales péripéties du deuxième grand voyage accompli par le Dr Sven Hedin à travers l'Asie centrale de 1899 à 1902; elles ont été exposées ici-même par M. G. Regelsperger. Les deux volumes que M. Ch. Rabot vient de mettre à la portée du public français constituent la relation détaillée, illustrée de magnifiques photogravures, de la marche du célèbre explorateur suédois à travers les solitudes du Turkestan chinois et du Thibet et de ses tentatives hardies, mais hélas infructueuses, pour atteindre Lhassa, la ville sainte. Les difficultés terribles avec lesquelles le voyageur et sa caravane se sont trouvés aux prises dans des régions dont l'altitude moyenne dépasse celle du Mont-Blanc n'ont pu être surmontées qu'à force d'énergie et de persévérance. Aussi la Société de Géographie vient-elle de décerner au Dr Sven Hedin la plus haute récompense dont elle dispose : sa grande médaille d'or. Cette flatteuse distinction, d'une part, les tentatives présentes des Anglais pour s'imposer au Thibet, d'autre part, donnent au livre que nous signalons un puissant intérêt d'actualité.

Couturier (A.), *Ingénieur Agronome, Directeur du Bureau d'études sur les Engrais.* — **Les Engrais potassiques; leur application rationnelle en Agriculture.** — 1 *brochure de* 94 *pages* (*Prix* : 0 *fr.* 75.) *F. de Rudeval, éditeur. Paris*, 1904.

Sous l'impulsion de la Société des mines de Stassfurt, on a pu voir éclore, dans ces dernières années, un certain nombre de petites brochures destinées à signaler au grand public les engrais de potasse et à diffuser leur emploi dans les milieux agricoles.

Ceci dit, empressons-nous d'ajouter que les publications que nous avons eues entre les mains procédaient d'un esprit très large et très scientifique, et ne revêtaient aucunement l'allure d'un document commercial. C'est également le cas du petit ouvrage que vient de faire paraître M. A. Couturier, et dans lequel on trouvera des renseignements très intéressants sur les engrais potassiques et leur application. Sans en faire une panacée universelle, l'auteur signale très justement le peu d'attention que les cultivateurs semblent accorder d'ordinaire aux sels de potasse et montre, par une série d'exemples, tirés de diverses cultures et illustrés par la reproduction de photographies, qu'en associant ces sels d'une façon raisonnée et rationnelle aux engrais azotés et phosphatés, on obtient les plus heureux résultats, au point de vue des rendements culturaux.

Ce petit opuscule, édité avec soin, — on pourrait presque dire avec luxe — et fort bien présenté, renfermant un assez grand nombre de documents numériques et statistiques, tirés des meilleurs auteurs, contenant dans sa première partie la description des gisements de Stassfurt et de la fabrication des sels potassiques, est des plus démonstratifs au sujet de l'efficacité de ces derniers et mérite d'être signalé à toutes les personnes s'intéressant de près ou de loin à l'Agriculture.

A. Hébert.

Henseval (Dr), *Directeur de la Station laitière de Gembloux.* — **Les Microbes du Lait et de ses dérivés.** — 1 *broch. de* 126 *pages, J. Van In, éditeur, Lierre*, 1903.

Le Dr Henseval vient de publier, sous ce titre, un petit livre dans lequel se trouvent exposées et discutées, avec une vaste connaissance du sujet, toutes les recherches et toutes les découvertes récentes sur les microbes du lait. Cet excellent ouvrage vient à son heure, maintenant que l'on sait que toutes les questions de Laiterie sont des questions de ferments et de fermentations.

Nous recommandons aux industriels soucieux d'une bonne fabrication la lecture et l'étude des chapitres relatifs à la fermentation lactique et à la maturation de la crème, les notions si bien exposées sur les ferments de la caséine et leur rôle physiologique.

L'industrie de la Laiterie est restée trop longtemps routinière et arriérée; le Dr Henseval aura contribué à démontrer que l'on a affaire à une industrie des plus intéressantes, liée au développement des études scientifiques, et que c'est par la science surtout que l'on arrivera au succès et aux bénéfices qui en sont la conséquence dans le traitement industriel des produits du lait.

R. Lezé,
Professeur à l'Ecole d'Agriculture de Grignon.

4° Sciences médicales

Figard (L.), *Docteur ès lettres.* — **Un Médecin philosophe au XVIe siècle. Etude sur la Psychologie de Jean Fernel.** — 1 *vol. in*-8°. (*Prix : 7 fr. 50*). *Félix Alcan, éditeur. Paris*, 1904.

Dans le livre de M. Figard, la forme et le fond sont à louer. Le style est simple, clair, exempt de prétention; aussi la lecture de ces pages serait-elle salutaire à tel auteur du monde médical qui, en se complaisant dans l'abus des néologismes d'une correction douteuse ou dans l'emploi d'inversions forcées, défigure la langue française et lui donne un aspect hirsute. — Quant à l'histoire même de Fernel, elle est pleine de suggestifs enseignements.

La culture à la fois scientifique et littéraire de ce curieux de l'esprit était considérable; en dehors des Mathématiques, qui surtout à ses débuts lui furent particulièrement chères et clémentes, les diverses branches de nos connaissances, pour la plupart, lui étaient familières. Cette solide préparation aux recherches lui permit d'aborder une foule de problèmes, de tenter une classification des sciences, de préciser la place que, dans cette hiérarchie, la Médecine doit occuper. Comme, à d'autres égards, il n'ignorait rien de la grammaire et de la rhétorique, sa phrase était aisée et son goût des plus sûrs.

Pour les médecins affairés de notre époque, quelle leçon se dégage de cette histoire! A une période où la spécialisation hâtive, à outrance, constitue l'une des maladies intellectuelles les plus épidémiques, n'est-il pas utile de mettre en évidence les avantages d'un esprit apte à rayonner dans une série de directions? L'enchaînement des principales données du savoir humain est tel que, renouvelée de Démocrite ou de Lucrèce, mais se présentant à cette heure avec l'éloquence des faits et l'autorité des chiffres, une évolution ou, mieux, une véritable révolution tente de réunir en une seule synthèse la Physique et la Chimie, synthèse dépendant elle-même de quelques lois de la Mécanique. De son côté, que plus jamais la Biologie apparaît tributaire de cette Physico-Chimie qui, en particulier grâce aux notions concernant les pressions osmotiques, est capable d'éclairer les rapports des cellules et des milieux environnants, les opérations intra-protoplasmatiques, autrement dit une foule de questions et des plus importantes! Comment, si d'emblée et volontairement on s'enferme dans un cercle étroit, posséder les vues d'ensemble que réclament ces notions générales! Qu'on n'argue pas des nécessités de la clientèle : soit à la ville, soit à la cour, Fernel connût les plus grands succès! Toutefois, il sut se modérer ou plutôt borner ses ambitions! D'ailleurs, il serait injuste de médire sans mesure de cette spécialisation; le nombre, la rapidité des découvertes ont d'impérieuses exigences et, pour pénétrer dans les complets détails de telle ou telle branche de nos acquisitions, on est contraint de se cantonner. Mais qui veut agir avec profit, avant de se limiter, doit se livrer sérieusement à une culture étendue et variée!

M. Figard nous montre son héros se révélant, spécialement dans l'étude des opinions des anciens tels qu'Aristote, Platon, Galien, etc., plus conciliateur que novateur, usant de la méthode déductive et manifestant des tendances les unes théoriques, les autres positives. D'autre part, la lecture des pages philosophiques consacrées aux éléments, à leur simplicité, à leur équilibre est fort attrayante! Mais les idées de Fernel relatives aux tempéraments, par-dessus tout à la forme, principe d'unité et d'activité en corrélation avec la matière, sont peut-être encore plus curieuses. A plusieurs siècles de distance n'est-il pas, en effet, remarquable de constater avec quelle ténacité cette donnée de la forme retient les préoccupations des chercheurs.

Actuellement, on saisit à quel degré les éléments constitutifs des êtres vivants actionnent cette forme. Dans une espèce uni-cellulaire, dans un amibe ductile, malléable, façonnable, des aliments, par exemple les matières minérales, principalement en vertu des lois de l'osmose, du rôle des densités, modifient les courants osmotiques. Suivant leurs directions dans le sens horizontal, vertical, antéro-postérieur, ou suivant leur rayonnement régulier autour d'un centre, etc., ces courants répartissent ces matériaux, soit d'une façon irrégulière, dans un ou plusieurs de ces sens, soit d'une manière régulière autour de ce centre : dans la première hypothèse, la dimension en longueur, en largeur, etc., l'emportera; dans la dernière, le corps sera sphérique. Or, ces variétés de configuration entraînent des différences dans l'étendue de la surface, et chacun sait que, dans les conditions usuelles, sur les 2.800 calories émises en 24 heures par un homme, au minimum 1.500 sont attribuables au rayonnement cutané. Pour une part les dépenses, et par conséquent les aliments destinés à les combler, sont donc proportionnelles à cette surface. On est, par suite, en droit de soutenir que la forme est un principe d'activité en corrélation avec la matière; cette matière agit sur cette forme et, en retour, cette forme influence l'entrée de cette matière dans l'organisme.

Il y a plus. — En distribuant à leur gré les granulations protoplasmiques, ces courants osmotiques tiennent sous leur dépendance l'architecture interne de la cellule. Comme nous l'apprennent, en Chimie, les différences de propriétés des isomères, l'aspect général extérieur peut ne pas changer, et cependant, cette architecture interne variant, les attributs sont susceptibles d'être modifiés. Dans les épithéliums des tubuli, quand le phénomène de la diurèse est produit par un sel de soude, les grains se placent avec régularité sur des lignes verticales; lorsqu'au contraire cette diurèse dépend de la caféine, ils sont répartis sans aucun ordre. De telles conceptions ouvrent de nouveaux horizons; on comprend comment il est possible de rattacher à cette explication des désordres considérés jusqu'à ce jour comme ne correspondant à aucune lésion : l'aspect extérieur de la cellule n'a subi aucun changement, mais les rapports réciproques de ses plus fins éléments constitutifs ont varié.

Les chapitres qui traitent des perceptions des sens, des facultés, de la volonté, de l'âme sensible ou intelligente, de l'unité ou de l'immortalité de cette âme, etc., révèlent par quelles approximations successives et aussi par quelles erreurs, avant d'apercevoir la fuyante vérité, passe l'esprit de l'homme. Peu favorable aux disputes scolastiques, la philosophie de Fernel, qui n'est pourtant pas libérée de la métaphysique, tente de s'appuyer sur les grands systèmes de l'Antiquité, d'adapter ces systèmes aux observations qui, à ce moment, étaient nouvelles. Malheureusement, plus que les élaborations de Paracelse, la découverte de la circulation du sang devait à tout jamais vieillir de semblables conceptions et frapper de caducité tant et de si louables efforts.

Un enseignement tout particulier se déduit également à la lecture de ces intéressantes pages. A cette époque, les chercheurs abordaient des problèmes insolubles; ils ne s'étaient pas encore rendu compte que, si, au delà des notions acquises chaque jour plus nombreuses, le champ cultivé se continue par des terres incultes inéluctablement destinées à être défrichées par la pensée humaine, plus loin, très loin, dans la région des brumes et des nébuleuses, s'étend l'inconnaissable! C'est là le domaine exclusif de l'imagination, qui l'a d'ailleurs peuplé de divinités farouches ou bienfaisantes! C'est un domaine respectable et même, à certains égards, ne fut-ce qu'en raison des chefs d'œuvre d'art, de poésie, etc., que sa conception a suscités, digne d'admiration! Toutefois, différents de leurs ainés, les biologistes du temps présent savent que la vraie science, celle qui explique, prévoit, mesure les phénomènes, ne doit éprouver ni le désir ni le besoin de l'explorer.

Dr A. Charrin,
Professeur au Collège de France.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 8 Août 1904.

1° Sciences mathématiques. — M. **A. Demoulin** montre le parti qu'on peut tirer, en Géométrie cayleyenne, de l'emploi, comme figure de référence mobile, d'un tétraèdre autopolaire par rapport à la quadrique fondamentale. — M. **A. Potron** détermine les groupes d'ordre p^m (p premier) dont tous les sous-groupes d'ordre p^{m-2} sont abéliens. — M. **Rémoundos** signale une extension intéressante du théorème de M. Borel dans la théorie des fonctions entières. — M. **J. Boussinesq** établit les équations générales du mouvement des nappes d'eau infiltrées dans le sol. — M. **A. Laussedat** présente la carte d'une partie du Tyrol, complètement dressée par le Service autrichien à l'aide seulement de mesures métrophotographiques. — M. **G. Bigourdan** montre que les changements de courbure que subissent certains niveaux à bulle d'air sous l'influence des variations de température sont attribuables à la réaction de la monture métallique sur la fiole. Dans les niveaux de précision, il faut rejeter ce genre de monture.

2° Sciences physiques. — M. **A.-B. Chauveau** a observé au sommet de la Tour Eiffel, pendant l'orage du 4 août, une déperdition extrêmement rapide de l'électricité positive, suivie d'une déperdition négative à peu près normale et très faible. — M. **E. Ariès** énonce la loi suivante : Toute substance dissoute en quantité suffisamment petite dans un dissolvant dont la température T et le volume V demeurent invariables fait croître la pression p du dissolvant de la pression Δp qui serait exercée par le corps dissous s'il était seul à occuper, à l'état de gaz parfait, le volume V de la solution. — MM. **F. Osmond** et **G. Cartaud** étudient les causes de la permanence des formes cristallitiques dans l'attaque des alliages formés de grains cristallins. — M. **L. Guillet** a reconnu que les aciers au vanadium perlitiques, recuits à 900° et refroidis lentement, n'offrent pas plus de fragilité que les aciers ordinaires à même dose de carbone, et qu'à même résistance ils sont très sensiblement moins fragiles. — M. **P. Lemoult**, en faisant réagir les divers alcoolates de Na sur les composés $PCl(AzHR)^4$, a obtenu des corps $R'.O.P(AzHR^4)$, cristallisant avec une molécule d'alcool $R'OH$ de cristallisation. — M. **E. Baud**, en chauffant à 130°-140°, dans un courant d'H sec, l'acide monométhylarsinique anhydre, a obtenu l'acide diméthylpyroarsinique $(CH^3)(OH)AsO.O.OAs(OH)(CH^3)$; ce dernier se décompose par élévation de température en $CH^3(OH)$ et As^2O^3.

3° Sciences naturelles. — M. **L. Gentil** a étudié les roches éruptives rapportées du Centre africain par MM. Foureau et Lacoin. Ce sont des roches riches en alcalis : phonolites et rhyolites.

Séance du 16 Août 1904.

1° Sciences mathématiques. — M. **J. Boussinesq** indique une équation de deuxième approximation pour l'écoulement des nappes d'eau infiltrées dans le sol et à faibles pentes.

2° Sciences physiques. — M. **J. Dewar** a constaté que le charbon de bois est un bon absorbant de l'hélium à 20° et l'est encore davantage à 15° absolus. Le point d'ébullition de He paraît être voisin de 6° absolus. — M. **P. Lemoult**, en ajoutant à une liqueur de thiosulfate de plomb de l'acétate de plomb et de l'acide acétique, puis faisant cristalliser, a obtenu un sel double $2S^2O^3Pb.(CH^3CO^2)^2Pb$. — M. **O. Boudouard** a préparé divers alliages de zinc et de magnésium et a isolé : du culot 80 Zn-20 Mg, la combinaison définie Zn^2Mg; du culot 70 Mg-30 Zn la combinaison définie $ZnMg^4$. — M. **L. Guillet** divise les aciers au chrome en quatre classes suivant leurs propriétés micrographiques et mécaniques. Les aciers à carbure double sont trop fragiles, les aciers martensitiques trop durs. Les aciers perlitiques trempés sont bons pour la confection des outils. — M. **G. Cartaud** étudie l'évolution de la structure dans les métaux, depuis la structure cellulaire, embryonnaire, jusqu'à la structure cristalline, adulte.

3° Sciences naturelles. — M. **P. Abric** étudie les premiers stades du développement de la Sacculine. — M. **P. Wintrebert** a reconnu que la régénération de la queue, chez les larves d'Anoures, dépend de la régénération de ses appareils de soutien. — M. **E.-A. Martel** a étudié l'Oucane (lapiaz) de Chabrières (Hautes-Alpes) et remet en discussion plusieurs des conclusions formulées récemment sur l'origine des lapiaz.

Séance du 22 Août 1904.

1° Sciences mathématiques. — M. **J. Boussinesq** étudie les petites dénivellations d'une masse aqueuse infiltrée dans le sol, de profondeurs quelconques, avec ou sans écoulement au dehors.

2° Sciences physiques. — M. **G. de Metz**, par ses études sur l'inversion thermoélectrique et le point neutre, montre de nouveau la constance de la température du point neutre et la variation de la température de l'inversion lorsque la température d'un contact s'abaisse. — M. **E. Pozzi-Escot** a préparé une série de thio-uréides cycliques par l'action des amines cycliques sur CS^2 en présence d'un désulfurant.

3° Sciences naturelles. — M. **J. Chatin** a observé un cartilage à cellules étoilées dans le larynx du blaireau. — MM. **Guiraud** et **Lasserre** ont reconnu que tous les laits d'origine pathologique, notamment les laits d'animaux tuberculeux, présentent un point de congélation sensiblement inférieur à celui des laits normaux.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 23 Juillet 1904.

M. **A. Laveran** a constaté la présence d'un Trypanosome nouveau dans du sang de grenouille envoyé du Transvaal; il le nomme *Tr. nelspruitense*. — M. **A. Billet** a trouvé dans les hématies de la Tarente d'Algérie des corpuscules paranucléaires analogues à ceux des Chéloniens; ils ne sont pas de nature parasitaire. — Le même auteur a étudié le *Tr. inopinatum* de la grenouille verte d'Algérie; il paraît présenter des relations avec les *Drepanidium*. — M. **E. Brumpt** poursuit l'étude de l'évolution des Hémogrégarines et des Trypanosomes. — MM. **F. Mesnil**, **M. Nicolle** et **P. Remlinger** ont reconnu que le protozoaire de Wright est bien l'agent causal du bouton d'Alep; il ressemble au *Piroplasma donovani* jusqu'à se confondre avec lui. — M. **V. Henri** et Mlle **Ch. Philoche** ont constaté que la présence de glucose et de lévulose ralentit l'action de la maltase sur le maltose. La vitesse de cette action est plus rapide que ne l'indique la loi logarithmique des acides. — M. **V. Henri** critique la théorie de l'action des diastases présentée par Herzog; il n'en conserve qu'un seul point : l'idée que les réactions diastasiques se produisent en milieu hétérogène. — MM. **V. Henri** et **M. Nicloux** étudient l'influence des proportions d'huile et d'acide sur la vitesse de saponification par le cytoplasme de la graine de ricin. —

MM. **V. Henri** et **G. Stodel** ont entrepris l'examen de la sécrétion urinaire par la méthode des circulations artificielles. Le débit est réglé par la pression osmotique des liquides de circulation. — MM. **H. Bierry** et **A. Meyer** ont constaté que les chiens ayant reçu des injections de sang hépatotoxique à qui on fait ingérer du lactose éliminent dans l'urine un poids de sucre égal au tiers ou au quart du poids absorbé; c'est le plus souvent du lactose ou du galactose. Si on leur fait ingérer du saccharose, on trouve dans leurs urines des mélanges de glucose et de lévulose, ou de glucose et de saccharose, et quelquefois des trois sucres. — MM. **H. Bierry** et **Gmo Salazar** : Recherches sur la lactase animale (voir p. 792). — M. **Ch. Féré** signale un cas de périodicité sexuelle chez l'homme. — Le même auteur a observé que la distraction influe sur le travail monotone en le diminuant; quand elle a cessé, le travail remonte, mais à une valeur moitié moindre. — M. **L. Lapicque** rend compte de deux ascensions en ballon, exécutées avec le concours de MM. **A. Meyer**, **V. Henri** et **J. Jolly** pour vérifier si le nombre des globules augmente au cours des ascensions; la question a été résolue par la négative. — M. **L. Lapicque** a constaté une diminution de la teneur en hémoglobine du sang central dans une ascension; il a observé également une vaso-dilatation céphalique. — M. **L.-G. de Saint-Martin** a reconnu que la proportion de CO^2 contenue dans le sang paraît peu influencée par un changement brusque d'altitude. Par contre, les chiffres de l'oxygène et de l'azote s'abaissent régulièrement à mesure que l'on s'élève. — M. **Em. Bourquelot** a déterminé la composition de deux sucres bruts vendus sur les marchés de l'Inde; ils renferment une forte proportion de saccharose et un peu de sucre réducteur. — M. **C. Phisalix** : Recherches sur le venin d'abeilles (voir p. 791). — MM. **M. Garnier** et **G. Sabaréanu** ont constaté que la toxine tétanique dans laquelle on cultive la bactéridie charbonneuse se trouve très affaiblie au bout d'une douzaine de jours. — M. **P. Portier** a reconnu l'absence d'invertine et de lactase dans les sucs de presse des différents organes des Mammifères. — M. **J. Rehns** a étudié l'action du radium sur la peau saine et sur la sensibilité. — M. **A. Guilliermond** décrit la formation des asques et la karyokinèse chez divers Ascomycètes. — M. **Ch. Dhéré** a constaté la présence de cuivre et de fer dans l'œuf de la seiche. — M. **R. Moulinier** a observé que des Indo-Chinois, transportés dans un climat froid, ont senti le besoin impérieux d'une alimentation albuminoïde. — MM. **Mosny** et **Malloisel** ont trouvé dans le saturnisme une lymphocytose rachidienne plus ou moins intense suivant le degré d'intoxication. — M. **Ch. Pérez** décrit une microsporidie (*Thelohania moenadis*) parasite des Crabes. — M. **J. Renaut** signale quelques caractères distinctifs des clasmatocytes vrais et des cellules connectives rhagiocrines. — MM. **F. Heim** et **L.-M. Pautrier** ont constaté que la chrysalide du ver à soie du mûrier, desséchée, en apparence saine, renferme un principe irritant, dont l'application sur la peau humaine reproduit, la macération aidant, la dermatose dite mal de bassine. — MM. **H. Lamy** et **A. Mayer** ont reconnu qu'on ne saurait établir de rapport constant entre la polyurie qui suit les injections intra-veineuses de sucre et l'élévation de la pression artérielle ou la vaso-dilatation du rein, d'une part, l'augmentation de vitesse circulatoire, d'autre part, la concentration moléculaire du sang et de l'urine, enfin. — Les mêmes auteurs ont observé que les sucres sont d'autant plus diurétiques qu'ils sont éliminés en plus grande quantité par les reins, ou que leur pouvoir diurétique est en raison inverse de leur alibilité. — M. **J.-P. Langlois** étudie l'influence de l'anesthésie sur le lavage du sang. — M. **P. Abric** estime que les granules pigmentaires sont des granules protoplasmiques à propriétés optiques telles qu'ils sont sensibles à nos regards, mais ils ne sont pas le produit d'une différenciation spéciale. — Le même auteur montre que l'hérédité est discontinue chez les Métazoaires. — Enfin, M. **P. Abric** décrit un nouveau Doridien de Wimereux, qu'il nomme *Doris Giardi*. — M. **J. Effront** a constaté que les acides amidés favorisent à un haut degré l'hydratation de l'amidon par l'amylase. — M. **J. Tur** a étudié les malformations embryonnaires obtenues par l'action du radium sur les œufs de la poule. — MM. **Ed. Lesné**, **J. Noé** et **Ch. Richet fils** ont observé que l'addition de NaCl a pour effet d'augmenter environ de moitié la toxicité du séléniate de soude et légèrement celle du sélénite.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE NANCY

Séance du 12 Juillet 1904.

M. **Limon** a observé, chez les ovaires transplantés, un parallélisme parfait entre les modifications de l'appareil circulatoire et les caractères des formations interstitielles. — M. **L. Bruntz** : Existence de trois sortes de cellules phagocytaires chez les Amphipodes normaux (voir p. 792). — M. **Th. Guilloz** signale une manœuvre utile dans la pratique de la respiration artificielle : elle consiste à agir sur les mouvements du diaphragme par refoulement de toute la masse abdominale. — M. **Aug. Charpentier** a trouvé, par une méthode directe, des chiffres compris entre 800 et 860 pour la fréquence des oscillations nerveuses. — Le même auteur présente de nouveaux écrans plus sensibles pour l'observation des rayons N et des phénomènes analogues. — M. **M. Perrin** a observé chez certains cirrhotiques une anémie plus ou moins prononcée, justiciable de l'opothérapie hépatique. — M. **Th. Guilloz** indique un moyen pour déterminer quantitativement l'excitabilité électrique de muscles altérés restés longtemps inactifs.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 9 Juin 1904 (suite).

MM. **R. H. Elliot**, **W. C. Sillar** et **G. S. Carmichael** : *Sur l'action du venin du Bungarus cœruleus (serpent rayé).* 1° Les auteurs ont déterminé la dose mortelle minimum du venin desséché pour les grenouilles et les petits mammifères; ils ont choisi seulement les rats et les lapins, leur provision de venin étant très limitée. La dose mortelle minimum pour la grenouille est d'environ 0,0005 gr. par kilog, pour le rat de 0,001 gr. par kilog, et pour le lapin de 0,0008 gr. par kilog (dose remarquablement faible); 2° Le sérum anti-venimeux de Calmette, en quantité suffisante pour protéger les rats contre dix doses mortelles minima du venin du Cobra, est tout à fait impuissant en même quantité pour protéger ces animaux contre des doses semblables du venin du *Bungarus*; 3° Les auteurs ont étudié l'état des diverses terminaisons nerveuses, à la fois chez les animaux qui meurent après être empoisonnés par le venin de *Bungarus*, et dans les préparations des muscles nerveux de la grenouille, et ils ont trouvé que l'intégrité des extrémités de ces nerfs est invariablement lésée, à une période relativement précoce, par le poison; 4° Le sang a été examiné avec soin, et l'on n'a découvert aucune preuve de coagulation avant la mort ou d'hémolyse intravasculaire; 5° Les auteurs ont examiné l'action du venin de *Bungarus* lorsque sa solution est transmise dans les vaisseaux isolés et dans le cœur de la grenouille. Ils ont trouvé que, quoique l'action de ce venin ressemble à celle du venin du cobra, elle diffère grandement dans le degré de constriction des vaisseaux et dans l'augmentation de la contraction ventriculaire produite. Le venin du cobra exerce dans ce sens une action plusieurs fois plus forte que celle du venin de *Bungarus*; 6° En étudiant la façon dont les fonctions vitales des Mammifères (lapin, chat, chien) sont influencées lorsqu'on les expose à l'action de ce venin, les auteurs ont montré, au moyen de tracés kymographiques et pléthysmographiques, que le centre vaso-moteur est fortement affecté, une suspension de l'activité de ce centre, prouvée par la grande dilatation

splanchnique, suivant rapidement sa stimulation passagère. Il y a aussi quelques indications d'une faible action cardio-inhibitoire. Les expériences et les tracés qui les illustrent montrent aussi que la mort est produite par la destruction de l'activité du centre respiratoire; 7° D'après ces résultats, on peut conclure que, quoique les symptômes produits par l'empoisonnement du venin de *Bungarus* soient semblables à ceux du cobra, ils diffèrent assez pour rendre leur identité douteuse.

Séance du 16 Juin 1904.

Sir **Norman Lockyer** : *Sur la relation entre les spectres des taches solaires et des étoiles.* Dans un Mémoire précédent sur la classification chimique des étoiles, l'auteur suggéra que les genres qu'il avait trouvés pourraient ultérieurement se diviser en espèces. Au cours de recherches plus récentes, il a mis à l'épreuve la classification thermique en comparant les intensités relatives des extrémités rouges et ultra-violettes des spectres d'étoiles situées sur divers horizons de la courbe de température, y compris Capella et Arcturus, lesquelles, d'après la classification générale originelle, appartiennent au même type « Arcturien ». Il a trouvé que le spectre de Capella s'étend en moyenne d'environ 70 dixièmes de mètre plus loin dans l'ultra-violet que celui d'Arcturus, tandis que la portion rouge du spectre est certainement plus étendue chez cette dernière. Cela revient à dire que la température générale d'Arcturus est probablement de beaucoup inférieure à celle de Capella. Ensuite, l'auteur recherche si un changement chimique accompagne cette réduction de température, et, dans l'affirmative, si ce changement a quelque relation avec le passage du spectre de la photosphère à celui des taches solaires. En comparant, à cet effet, les spectres pris avec une chambre prismatique Henry de 6 pouces, on a remarqué que certaines lignes sont relativement intensifiées en passant du spectre de Capella à celui d'Arcturus. Des comparaisons semblables entre le spectre de Fraunhofer et les spectres de Capella et d'Arcturus respectivement ont conduit aux conclusions suivantes : 1° Les absorptions de lignes de Capella et du Soleil sont pratiquement identiques; 2° Quoique, en général, les mêmes lignes se trouvent dans les spectres du Soleil et d'Arcturus, dans le dernier, cependant, un grand nombre de lignes sont relativement plus intenses que dans le premier. De plus, pour la grande majorité de ces cas, les lignes ainsi intensifiées sont probablement dues au vanadium et au titane. Une analyse des lignes élargies observées dans les taches solaires, depuis l'année 1894, a montré que les éléments qui sont le plus affectés sont aussi le vanadium et le titane. Ainsi, on reconnaît que, tandis que la classification thermique place certainement Arcturus à un niveau de température inférieur à celui de Capella et, par conséquent, du Soleil, l'étude des absorptions de lignes d'Arcturus et des taches solaires indique très clairement que la température de l'atmosphère absorbante des étoiles arcturiennes est à peu près la même que celle du noyau de la tache solaire pendant la période mentionnée ci-dessus. Cette conclusion justifie les idées formulées par De la Rue, Stewart et Lœwy que les taches sont produites par la descente d'une matière plus froide. On peut aussi se reporter à l'hypothèse de Hale, d'après laquelle, puisque les lignes qui sont élargies dans les taches solaires paraissent comme des lignes fortes sombres dans les étoiles Pisciennes, l'effet peut être produit parce que les taches solaires sont plus nombreuses dans de telles étoiles. De ce qui précède, il semble beaucoup plus probable que ces lignes sont intensifiées dans les taches solaires et renforcées dans les étoiles qui ont été placées à des niveaux de température inférieurs à celui du Soleil, parce que les conditions générales de la température sont identiques. Cela revient à dire que la chute de la température éprouvée par les vapeurs métalliques en passant de la photosphère au noyau de la tache est du même ordre que celle à laquelle est soumise une atmosphère absorbante en passant des conditions de température de Capella ou du Soleil à celles d'Arcturus ou des étoiles à température inférieure. — M. **Charles de Watteville** : *Sur les spectres de flammes.* Pour obtenir le spectre d'une substance quelconque, on a généralement considéré comme suffisant d'introduire une petite quantité de celle-ci dans une flamme déjà formée. Au cours de recherches photométriques sur des flammes qui avaient été colorées en projetant des gouttelettes de solutions salines dans le gaz à brûler, M. Gouy a découvert dans les spectres de flammes plusieurs nouvelles lignes appartenant au métal contenu dans la solution. Au lieu d'apparaître à travers toute la flamme, comme le font les lignes connues antérieurement, ces nouvelles lignes sont seulement émises dans le voisinage du cone bleu intérieur, l'origine du spectre Swan. L'auteur a employé la méthode de M. Gouy. Les lignes des spectres obtenues dans les conditions de ses expériences sont beaucoup plus nombreuses que lorsque toutes les parties de la flamme ne participent pas à la production du phénomène. De plus, les spectres de flammes s'étendent suffisamment loin dans l'ultra-violet pour permettre d'observer la ligne 2.194 de l'étain. Les lignes qui sont découvertes dans le spectre de flamme sont les plus fortes lignes du spectre de l'arc. Dans certains cas, quelques-unes des lignes d'arc les plus intenses font défaut, tandis que l'on trouve les lignes d'arc moins intenses dans le spectre de flamme. D'un autre côté, on ne voit jamais aucune des lignes caractéristiques du spectre d'étincelle dans le spectre de flamme. Il y a une ressemblance frappante entre les spectres de flamme du fer, du nickel et du cobalt et le spectre de l'étincelle oscillatoire des mêmes métaux dans la région comprise entre 4.300 et 2.700 unités Angström environ. Dans l'ultra-violet, le spectre de flamme semble s'effacer un peu plus rapidement que celui de l'étincelle oscillatoire, mais il est probable que cette différence serait diminuée en prolongeant la durée de l'exposition, puisque ce sont naturellement les radiations de la longueur d'onde la plus courte qui sont les plus absorbées par les différents milieux. Il est très probable que cette similarité entre ces deux spectres est une question de température. D'un côté, l'augmentation du nombre des lignes du spectre de flamme obtenue par l'emploi d'un vaporisateur peut être attribuée au fait que les régions les plus chaudes de la flamme participent à la production du phénomène, et, d'un autre côté, la diminution du nombre des lignes du spectre d'étincelle lorsque l'étincelle devient oscillatoire est probablement due à une diminution de sa température.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE LONDRES

Séance du 6 Juin 1904.

M. **J. K. H. Inglis** a déterminé par une nouvelle méthode les pertes en azote dans le procédé des chambres de plomb. Les gaz des cheminées ne contiennent qu'une faible quantité d'oxyde nitreux (0,002 °/₀); par contre, il y a une plus forte proportion d'oxyde nitrique (0,04 °/₀); enfin, on trouve jusqu'à 0,03 °/₀ de peroxyde d'azote. La perte totale d'azote ne dépasse donc pas 0,1 °/₀. — M. **A. Marshall** décrit les méthodes de préparation et de purification de l'acétone. — MM. **J. G. Parker** et **E. E. M. Payne** présentent une nouvelle méthode pour l'analyse du tannin et des substances tannantes et pour la recherche des additions dans les extraits et liquides de tannage. Elle repose sur le fait que l'acide digallique anhydre forme avec l'hydrate de calcium un composé basique insoluble.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

15e ANNÉE N° 18 30 SEPTEMBRE 1904

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Astronomie

Spectre de la comète C 1903[1]. — Dans les nuits du 13 et du 15 juillet 1903, M. Curtis, de l'Observatoire Lick, trouva que le spectre visuel de cette comète était intense et continu, avec les trois bandes caractéristiques des spectres cométaires; celle qui a pour longueur d'onde 477 était de beaucoup la plus brillante. Il essaya de photographier ce spectre avec le télescope de 90 centimètres d'ouverture, en donnant six heures de pose. Mais il n'obtint aucun résultat, en raison de l'éclat intrinsèque trop faible de la comète.

En ajustant un petit télescope à fente au télescope Crossley, M. Perrine obtint la photographie de ce spectre après une exposition de quatre heures : ce spectre contenait les cinq bandes fournies à Campbell par les comètes *b* 1893 et *b* 1894, et qui ont pour longueur d'onde 388, 409, 421, 436 et 473.

L'éclat de ces bandes est le même que celui des bandes photographiées précédemment, à l'exception de celle qui a pour longueur d'onde 420, l'une des plus brillantes dans les comètes antérieures, mais qui était très faible dans la comète *c* 1903.

§ 2. — Météorologie

Conditions atmosphériques des brouillards. — Le Dr Elias, de l'Institut aéronautique de Berlin, a publié, dans un numéro récent de la revue *Das Wetter* [2], un article du plus haut intérêt consacré à l'étude de la distribution des éléments météorologiques dans les brouillards. Nos connaissances, bien incomplètes sur ce point, se bornaient jusqu'à ce jour à ce qu'avaient appris quelques rares observations. Elias cite, à ce propos, celles du colonel Ward, faites vers 1879 au cours d'une ascension en ballon, et celles de Scott, effectuées une année plus tard au sommet de la pagode du Jardin botanique de Kew. On peut y ajouter celles du Dr Lamp [3], faites à la fin de 1884 sur la tour de l'anémomètre de l'Observatoire de Kiel (15m).

Ces recherches, en général assez défectueuses au point de vue de la méthode, avaient conduit à des résultats contradictoires : Scott et Lamp constatèrent dans le brouillard une température croissante avec l'altitude; Ward trouvait une décroissance; puis, malgré tout, l'examen ne portait que sur des couches tout à fait inférieures du brouillard, — qui dépasse souvent de beaucoup le sommet de la tour Eiffel.

Il faut donc recourir une fois de plus aux enregistreurs avec cerfs-volants, ou mieux aux ballons-sondes, à cause du vent faible qui accompagne le plus souvent le phénomène. On constate alors, en règle générale, une décroissance thermique, l'augmentation de température avec la hauteur étant exceptionnelle — résultat opposé à celui de Kew. Enfin, le brouillard est loin d'être homogène : ses couches sont très dissemblables, et les éléments varient suivant les conditions et les instants de formation et de destruction. La vitesse du vent s'accélère en général quand on s'élève dans le brouillard et la disparition peut provenir soit de l'échauffement inférieur (par la Terre), soit de celui du sommet (par le Soleil), soit des deux causes composées. L'air est, en général, saturé de vapeur d'eau, mais on rencontre des cas où l'humidité est relativement faible.

Il y a là d'utiles investigations, des résultats expérimentaux bien établis, et la base d'une recherche fructueuse qui font grand honneur à un établissement comme l'Institut aéronautique de Berlin.

§ 3. — Génie civil

La stabilité longitudinale des ballons automobiles. Solution du problème de la navigation aérienne. — Nous avons rendu compte récemment d'un important travail du colonel Ch. Renard, décevant s'il n'avait promis un correctif prochain à ses résultats, dans lequel l'éminent ingénieur militaire démontrait, par une théorie solidement appuyée de nombreuses expériences, que tout ballon automobile, de la forme adoptée jusqu'ici, possède une vitesse critique, bien inférieure aux vitesses qu'il est désirable d'obtenir pratiquement, au-dessus de laquelle l'aéronat perd toute stabilité, et se tourne en travers de sa route.

[1] D'après *Ciel et Terre*, t. XXV, p. 120.
[2] Der Zustand der Atmosphäre an Nebeltagen : analysé par *Ciel et Terre*, t. XXIV, p. 590.
[3] *Meteor. Zeitschr.*, Décembre 1884.

Le correctif promis vient de nous être apporté par le colonel Renard, qui, dans trois Notes présentées successivement à l'Académie des Sciences, indique d'une façon très précise la voie dans laquelle on trouvera la solution si longtemps cherchée, et décrit les moyens pratiques sans l'emploi desquels tout nouveau progrès dans la direction des ballons deviendrait impossible.

Rappelant ses derniers résultats, qui montraient que les couples stabilisateurs extérieurs à la carène sont insuffisants, le colonel Renard pose d'abord ce principe : « Il faut renoncer aux ballons dirigeables ou construire des carènes stables ». C'est donc à la carène elle-même qu'il faut appliquer le couple stabilisateur, qui devient ainsi automatique, et non point auxiliaire par l'action de la nacelle :

« Le type d'une carène stable est la *flèche empennée*. Les surfaces d'empennage (plans passant par l'axe longitudinal), placées très en arrière du centre de gravité, donnent à la flèche la propriété de marcher constamment suivant la tangente à sa trajectoire.....

« Ici, le couple perturbateur est remplacé par un couple redresseur proportionnel à sin α et à V^2. Ce couple est proportionnel, en outre, au moment superficiel des pennes par rapport au centre de gravité. C'est à ce moment superficiel que nous proposons de donner le nom d'*empennage*. »

Le projet du colonel Renard revient donc à donner au ballon automobile les propriétés de marche d'une flèche, sur la queue de laquelle le vent agit plus fortement que sur la tête, de manière à la coucher constamment sur sa trajectoire.

Mais la tête du ballon est proportionnellement beaucoup plus large et plus dressée sur la route que la pointe d'une flèche. Comme c'est l'action oblique sur cette tête qu'il s'agit de combattre, on conçoit que l'empennage d'un ballon doive être abondant. Il est, d'ailleurs, tout indiqué de le placer sur la carène même et non sur la nacelle, où il se trouverait protégé par la carène lorsque le ballon dirigerait sa pointe vers le bas, et où son action deviendrait, par instants, très précaire.

Dans l'expression du couple perturbateur et du couple stabilisateur par l'empennage, le même facteur $V^2 \sin \alpha$ se retrouve, multipliant une fonction indépendante de la vitesse et de l'inclinaison, et dont la valeur numérique est propre aux conditions de construction de la carène et de la penne. Désignant par A' et A'' ces facteurs numériques, on aura un couple perturbateur

$$C = (A' - A'') \sin \alpha . V^2.$$

Ce couple sera réellement perturbateur si $A'' < A'$, c'est-à-dire si l'empennage est insuffisant; cependant, les conditions de stabilité seront améliorées, et la vitesse critique sera augmentée dans le rapport

$$\sqrt{\frac{A'}{A' - A''}}.$$

Pour $A' = A''$, le couple perturbateur disparaît et le ballon est aussi stable à toute allure qu'au repos. On a réalisé alors ce que l'auteur appelle l'*empennage strict*; au delà de cet empennage, la stabilité augmente en même temps que la vitesse; c'est le cas de l'empennage surabondant.

L'expression de l'empennage étant le produit de sa surface par sa distance moyenne au centre de gravité de la carène, on l'exprimera pratiquement en mètres cubes. Pour un dirigeable du type *France*, l'expression numérique de l'empennage strict est 1,066 d^3. Si le ballon a un diamètre de 10 mètres, l'empennage est de 1.066 mètres cubes; il sera obtenu, par exemple, par une surface de 38 mètres carrés, placée en moyenne à 28 mètres en arrière du centre de gravité du ballon.

L'expérience, faite par le colonel Renard, par la méthode du tunnel, vérifie ce résultat d'une manière remarquable. Les deux ballons représentés ci-après (fig. 1 et 2) ont été expérimentés dans le tunnel; le premier se comporte exactement comme l'indique la formule. Le second, dans lequel les pennes sont légèrement masquées par la carène, exigerait un empennage un peu supérieur à celui que fait prévoir le calcul.

Les dispositifs étudiés par le colonel Renard suffiraient à assurer la stabilité des aéronats; mais on remarquera que l'empennage nécessaire à ce but devrait être considérable, et qu'il en résulterait, pour la carène, une surcharge assez importante, susceptible de compromettre sa solidité, si l'on s'en tenait, comme l'ont toujours voulu les aérostiers expérimentés, à une carène

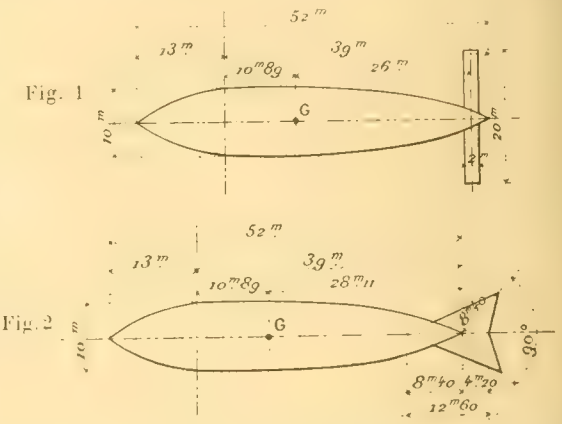


Fig. 1 et 2. — *Deux dispositifs d'empennage strict. Ballon type* France *raccourci* (*vues en plan*). — Les essais dans le *tunnel* ont été faits sur un modèle au 1/200e.

tenant sa rigidité de son gonflement seul. Cette remarque prend plus d'importance encore si l'on considère qu'un empennage strict, tout en empêchant le ballon de se tourner en travers, n'annulerait en aucune façon le tangage, et que, pour se trouver dans de bonnes conditions, il est nécessaire de doubler au moins l'empennage strict.

Le colonel Renard propose alors de recourir à un moyen auxiliaire, qui, si l'on veut, n'est pas autre chose qu'une forme particulière d'empennage, mais utilise des moyens différents et plus pratiques que l'emploi des plans en forme de voiles ou de gouvernail. Le

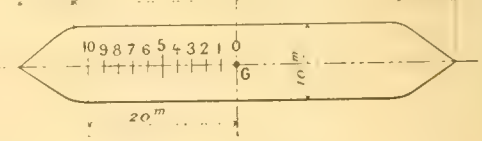


Fig. 3. — *Forme de ballon ayant servi à la mesure des couples perturbateurs.*

nouveau procédé consiste à déplacer vers l'avant du ballon le centre de poussée de l'hydrogène, par l'emploi d'un *ballonnet de poupe*, et à combiner ce ballonnet avec des pennes souples en recourant au système des *ballonnets cloisonnés*.

Pour comprendre le rôle de ce ballonnet de poupe, supposons un ballon, de la forme indiquée dans la figure 3, fixé successivement par les points 0, 1, ...10 de son axe. Représentons, d'autre part, le couple perturbateur auquel un courant d'air attaquant le ballon originairement par la pointe l'exposera. Si nous portons en abscisses les inclinaisons que prend de lui-même le ballon sur la direction du courant d'air, nous aurons, pour les couples agissant sur la carène, la série des courbes de la figure 4, dans lesquelles les ordonnées négatives correspondent à des couples stabili-

sateurs. On voit, par exemple, que, pour la fixation par le centre de gravité, le couple perturbateur est maximum lorsque l'axe du ballon est incliné de 50 grades sur la direction du courant d'air, et ne devient nul que pour un angle voisin de 100 grades. La position d'*équilibre stable*, qui correspond à l'intersection de la courbe avec l'axe des α, est donc à angle droit du courant. Mais, à mesure que le point d'attache

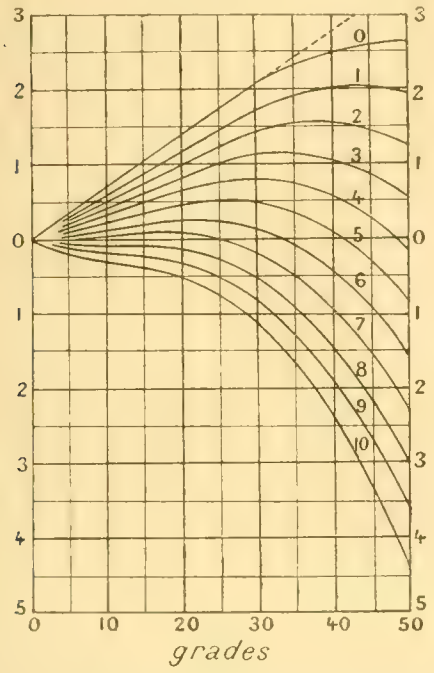


Fig. 4. — *Couples perturbateurs en grammètres autour des points de l'axe indiqués sur la figure 3.* — Expériences dans le tunnel avec un modèle au 1/200e.

s'avance vers la pointe du ballon, le point d'intersection avec l'axe des α recule vers de plus petits angles, et le ballon tend à prendre une position inclinée sur le courant d'air, vers laquelle il est ramené par un couple perturbateur si l'inclinaison est moindre, par un couple stabilisateur si elle est plus forte; les positions d'équilibre stable sont données par l'intersection de chacune des courbes avec l'axe des abscisses; toutes les courbes qui se trouvent en entier au-dessous de l'axe indiquent une stabilisation complète, c'est-à-dire la tendance de la carène à se placer d'elle-même exactement dans le courant.

Nous voyons, ici encore, un moyen très efficace

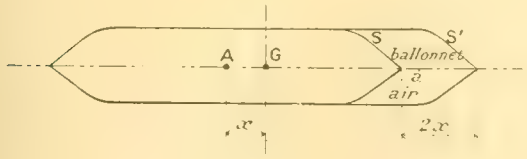


Fig. 5. — *Projet de ballon avec ballonnet à air stabilisateur.*

d'assurer la stabilité; mais, pour qu'elle fût complète, il faudrait déjà avoir recours à la courbe 8, ce qui conduirait à déplacer le centre de gravité A (fig. 5) de $x=16$ mètres en avant pour le ballon dont les cotes sont portées sur la figure 3. Le ballonnet représenté dans la figure 5 devrait avoir une longueur $2x=32$ mètres, ce qui constituerait des ensembles inadmissibles en pratique.

Chacun des systèmes indiqués par le colonel Renard est donc efficace en théorie, mais à peu près inapplicable dans les projets futurs de ballons à grande vitesse. On peut heureusement les combiner, comme il l'indique, en réunissant le ballonnet à l'empennage. Telle est la solution qu'il propose, et que ses expériences ont montrée parfaitement efficace.

L'exécution pratique dans laquelle le colonel Renard condense ses idées est la suivante : En queue de la carène se trouve un système constitué par un ballonnet cloisonné, réuni par 1/6 environ de sa surface latérale à deux ailerons en étoffe, communiquant avec le ballonnet par une cloison perméable. L'ensemble est relié à un ventilateur destiné à maintenir à l'intérieur une pression suffisante, assurant ainsi la forme parfaite du ballonnet et des ailerons.

Un modèle de ballon de cette forme (fig. 6) a été essayé; son empennage est plus de deux fois et demi l'empennage strict; le tangage est supprimé, et même la traction excentrique de l'hélice est impuissante à provoquer des inclinaisons gênantes. La faible inclinaison que donnera toujours l'hélice excentrée peut

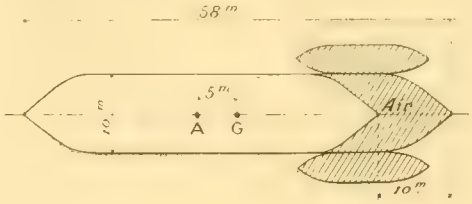


Fig. 6. — *Projet de carène stable à toutes les vitesses.*

être compensée par le déplacement d'un poids, ou par des gouvernails horizontaux. Mais ce ne sont plus que des détails secondaires, dont l'importance disparaît à côté de celle que possèdent les principes nouveaux révélés par les études du colonel Renard.

Tous ceux qui, dans l'avenir, voudront s'attacher à la question de la direction des ballons devront s'inspirer de ces idées; et, en signalant ici ce progrès nouveau et capital que l'Aéronautique future devra au colonel Renard, nous ne pouvons qu'exprimer très vivement le regret de voir l'éminent ingénieur privé des ressources qui lui auraient permis de réaliser ses ingénieuses conceptions dans l'établissement qu'il dirige depuis vingt ans, et qu'il a rendu célèbre dans le monde entier.

§ 4. — Physique

La fatigue photoélectrique et la photométrie. — Dans un travail publié récemment dans le n° 16 de la *Physikalische Zeitschrift*, M. W. Hallwachs[1] passe en revue plusieurs travaux effectués depuis la découverte du phénomène dit de fatigue photoélectrique et qui consiste en un affaiblissement graduel de la sensibilité photoélectrique.

L'auteur fait voir que ce phénomène, avec une certitude presque absolue, provient pour sa plus grande partie d'une action exercée par l'ozone, alors que les rayonnements lumineux ne paraissent pas provoquer d'effet primaire. Il est vrai que, dans certains cas, par exemple pour les lampes à mercure, on observe une action secondaire de la lumière, due, paraît-il, à la formation d'ozone.

Dans le cours de ses recherches, l'auteur fait voir que les lampes à arc électrique peuvent, dans certaines conditions, émettre des radiations ultra-violettes d'une intensité relativement considérable et d'une constance supérieure à celle qu'on leur attribuait jusqu'ici, de façon à pouvoir être utilisées pour des mesures photométriques.

[1] W. Hallwachs : Fatigue photoélectrique et photométrie. *Phys. Zeitschr.*, t. V, n° 16 (15 août).

§ 5. — Chimie

Le Polonium et la question du Radio-tellure. — On a fait un peu de bruit en Allemagne autour de la découverte, par MM. Hofmann et Strauss, d'un corps radio-actif soi-disant nouveau, accompagnant le plomb dans le traitement des corps radifères, et plus encore autour du radio-tellure de M. Markwald, tellure radio-actif sur lequel M. Clemens Winkler fondait un de ses plus solides arguments pour conclure à l'absence de preuves chimiques de l'existence propre des corps radio-actifs isolés.

Déjà Mme Curie et M. Giesel avaient attiré l'attention sur la singulière similitude entre les propriétés du radio-tellure et celles du polonium; l'existence du corps indiqué par M. Markwald leur paraissait très douteuse, et leur scepticisme était, comme on peut le penser, appuyé déjà de bons arguments. Toutefois, une réfutation complète des travaux de MM. Hofmann et Strauss, comme aussi de ceux de M. Markwald, n'avait pas encore été faite; M. Debierne, à qui l'on doit la découverte de l'actinium, nous l'apporte dans une Note très importante, présentée le 25 juillet à l'Académie des Sciences et qui mérite toute l'attention de ceux qu'intéresse cette question toujours actuelle des corps radio-actifs.

M. Debierne a opéré très systématiquement dans le traitement d'une grande quantité de résidus provenant de l'extraction du radium. Une série d'opérations délicates lui a donné tout d'abord une petite quantité de matière contenant surtout du plomb très radio-actif, conformément à ce que veulent MM. Hofmann et Strauss. Mais, en traitant encore ce produit, on peut en éliminer presque tout le plomb, et concentrer l'activité dans une petite quantité d'azotate basique de bismuth. Ce précipité présente tous les caractères du bismuth polonifère; son activité est extrêmement grande : elle n'a pas pu être mesurée exactement, mais elle dépasse certainement 100.000 fois celle de l'uranium. Son rayonnement a toutes les propriétés indiquées pour celui du polonium; il forme un faisceau homogène de rayons peu pénétrants et difficilement déviables dans le champ magnétique.

Il est à remarquer que l'activité de ce produit dépasse de beaucoup ce que pourrait faire prévoir l'activité initiale de la substance traitée. Un examen superficiel de la question pourrait faire croire à un phénomène différent de ceux qui ont été découverts jusqu'ici par M. et Mme Curie; il n'en est rien cependant, et, comme le dit M. Debierne, cette particularité s'explique par la faible pénétration des rayons et par leur facile absorption dans le plomb qui sert de support à la matière active. Le plomb de la pechblende, quoique peu actif, constitue ainsi une source importante de polonium.

La matière active obtenue par M. Debierne possède aussi toutes les propriétés du prétendu radio-tellure de M. Markwald, qu'il rappelle dans sa Note. « Ainsi, dit-il, la même substance a présenté successivement toutes les propriétés indiquées pour le plomb radio-actif, le polonium et le radio-tellure. »

Le travail de M. Debierne apporte, à la connaissance de la radio-activité, une autre contribution intéressante. L'azotate de plomb qui a servi à ses recherches a gardé complètement son activité, d'ailleurs faible, pendant plusieurs années, tandis que, dans les échantillons de polonium obtenus autrefois, cette activité a peu à peu disparu. La constance de l'activité peut donc dépendre de conditions extérieures qu'il sera très important de déterminer.

§ 6. — Sciences médicales

La question des consultations de nourrissons. — Une intéressante discussion sur cette question a eu lieu au cours de la session annuelle de la Société Obstétricale de France[1]. On sait que c'est le Professeur Budin qui, dès 1892, a eu l'idée de créer ces consultations de nourrissons, qui ont pour but d'encourager l'allaitement maternel et de donner aux mères des conseils hebdomadaires ou même bi-hebdomadaires sur la meilleure façon de diriger cet allaitement et de soigner leurs enfants. Sans doute, on croit, en général, que l'allaitement au sein n'a pas besoin d'être surveillé au même titre que l'allaitement artificiel. D'après M. Budin, il y a là une grave erreur, car beaucoup de fautes très graves sont commises par les mères, surtout au moment du sevrage et du changement d'alimentation. Les consultations de nourrissons tâchent d'éviter cet écueil et elles y réussissent. Depuis 1892, elles se sont multipliées, et déjà les résultats heureux paraissent indiscutables dans un certain nombre de villes. Dans l'Yonne, dans le Pas-de-Calais, il y en a déjà plusieurs. A Saint-Pol-sur-Mer, celle que M. le Dr Ausset, de Lille, dirige avec une grande compétence, a réussi à faire tomber la mortalité de 28 à 19 %; à Paris, il faut noter celles de M. Maygrier, à la Charité, de M. Boissard, à Tenon, de M. Carel, au Gros-Caillou, et enfin celle de M. Budin, à la Clinique d'Assas, qui ont fait tomber la mortalité infantile à 8 % seulement. Ce sont là des résultats tout à fait intéressants, et il y a lieu d'encourager hautement l'initiative de M. Budin et de ses élèves.

La cure actuelle de l'alcoolisme. — La guérison de l'alcoolisme par l'hypnotisme est à l'ordre du jour. Récemment, M. le Dr Legrain a communiqué à la Société d'Hypnologie[1] et de Psychologie des renseignements très intéressants sur le traitement, en Russie, des alcooliques par l'hypnotisme. Dans les villes de Saint-Pétersbourg, Moscou, Jaroslavl, Kiev, Saratoff, Astrakhan, ont été créés, depuis quelques années, sous les auspices du Gouvernement, des dispensaires ou curatelles où affluent les malades par centaines et où l'hypnotisme est, sinon le seul, du moins le principal agent thérapeutique. On exige des alcooliques qu'ils désirent sincèrement être guéris et qu'ils s'abstiennent de tout spiritueux pendant toute la durée du traitement. C'est peut-être leur demander un effort colossal, car leur volonté est le plus souvent anéantie; mais on les oblige à accepter une surveillance continuelle, et l'on tâche d'améliorer le plus possible leurs conditions d'existence. Ces moyens réussissent très bien en Russie; mais, comme MM. Marnay et Bérillon l'ont fait remarquer, le buveur français est beaucoup plus indocile et, par conséquent, la cure des alcooliques est, en France, beaucoup plus difficile et moins durable qu'en Russie; chez nous, en effet, l'alcoolique s'intoxique avec des essences aussi variées que néfastes, et il n'accepte qu'exceptionnellement de se laisser soigner aussi longtemps qu'il le faudrait pour arriver à une guérison durable. Il n'en est pas moins vrai que l'hypnotisme est, à l'heure actuelle, à peu près le seul moyen de guérir la manie alcoolique.

Un nouveau microbe de la phtisie. — M. le Professeur Schrœn, de Naples, vient d'annoncer[2] la découverte d'un nouveau microbe de la phtisie. Il y a lieu d'enregistrer avec la plus grande réserve les résultats du savant italien; mais la notoriété dont jouit M. Schrœn mérite toutefois qu'on les signale. D'après ses recherches, les dépôts caséeux qui forment la partie essentielle des lésions pulmonaires chez les phtisiques ne représenteraient pas, comme on l'admet en général, des reliquats de tissus nécrosés, mais seraient constitués par un microbe arborescent qui se substituerait au tissu pulmonaire sans y provoquer, au préalable, de nécrobiose. L'auteur prétend avoir obtenu déjà des des cultures de ce microbe en goutte pendante, mais pas encore *in vitro*; il possède, en outre, des cultures

[1] *Société Obstétricale de France*, Paris, 7-9 avril 1904.

[1] *XIIIe Session annuelle de la Société d'Hypnologie*, Paris, 21 juin 1904.

[2] *Nuova Rivista clinico-terap.*, juin 1904.

symbiotiques de ce parasite et du bacille tuberculeux, permettant de constater les différences qui existent entre ces deux microbes, qui paraissent vivre ensemble dans le poumon. M. Schrœn a constaté encore que le bacille de Koch semblait être le précurseur de l'autre microbe, car il n'a pas rencontré de poumon phtisique sans trace de tuberculisation progressive antérieure.

Cette découverte, si elle était confirmée, serait très intéressante, car on sait que, depuis la découverte du bacille de Koch, la conception dualiste de la tuberculose pulmonaire, d'après laquelle on admettait deux lésions distinctes, les tubercules proprement dits et les infiltrations phtisiques caséeuses, a fait place à une interprétation purement uniciste. Mais cette découverte serait encore plus importante au point de vue du traitement, car il serait facile d'expliquer ainsi l'inefficacité, dans les cas de phtisie, des sérums préparés avec des toxines tuberculeuses, et il faudrait essayer une thérapeutique basée sur l'emploi de sérums nouveaux constitués par les toxines de ce microbe phtisiogène.

§ 7. — Géographie et Colonisation

Gênes et Marseille[1]. — D'après des statistiques récentes, le mouvement commercial du port de Marseille (cabotage compris) aurait atteint le chiffre de 6.636.410 tonnes et celui du port de Gênes le chiffre de 5.652.158 tonnes. Ainsi la différence n'atteint pas 1 million de tonnes, et encore doit-elle être réduite du fait que la statistique de Gênes laisse en dehors le cabotage. Tandis qu'en 1875 le tonnage de Marseille dépassait celui de Gênes de 2.355.454 tonnes, l'écart n'était plus que de 690.428 tonnes en 1902. La prééminence de Marseille dans la Méditerranée est donc fortement compromise. Quelles sont les causes de cette substitution en voie de s'accomplir?

La situation géographique de Gênes est de tout premier ordre, comme d'ailleurs, celle de Marseille : une large baie semi-circulaire enserre entre deux massifs rocheux un des meilleurs ports naturels de la Méditerranée, devenu également, depuis 1888, par la généreuse initiative du marquis Deferrari, un des mieux outillés. Le port intérieur, creusé à 9 mètres, bordé de quais, aménagé et armé de voies ferrées, est doublé d'un immense avant-port, protégé du côté de la mer par deux énormes môles. Ces travaux avaient coûté 68 millions de lires; de 1897 à 1903, 18 autres millions furent employés à perfectionner l'outillage, à construire de nouvelles gares de chemin de fer, des magasins généraux, des silos à blé, des dépôts de pétrole, etc. Enfin, l'agrandissement du port, reconnu nécessaire aujourd'hui, est décidé; 45 nouveaux millions — ce qui fera une somme totale de 125 millions de lires dépensée en un peu plus de 30 ans — serviront à construire un autre bassin de 39 hectares, venant s'ajouter aux 222 hectares déjà existants. De telle sorte que, si l'outillage et la longueur des quais du port de Gênes restent encore inférieurs à ceux de Marseille, il n'en est plus de même pour l'étendue de la surface d'eau et le développement des voies ferrées. Nous touchons ici à l'une des grosses critiques qui puissent être adressées à notre conception des travaux publics : tandis que nous éparpillons chaque année nos crédits sur un grand nombre de ports maritimes, — dont quelques-uns restent vides malgré tout, — les Italiens ont concentré leurs ressources sur un petit nombre de ports bien situés. Tel a été le cas de Gênes, dont le tonnage d'entrée et de sortie des navires a quadruplé de 1870 à 1902. Les causes de cette remarquable prospérité doivent être cherchées d'abord dans l'essor économique de la Haute-Italie, Lombardie, Piémont, Emilie, dont Gênes est, par sa situation géographique, le débouché normal et forcé. Ces relations se traduisent, en particulier, par d'énormes importations de houille, — on sait, en effet, que l'Italie manque de combustible, — susceptibles de diminuer largement au fur et à mesure de l'utilisation de la houille blanche. Si grande que soit ainsi la part du « commerce spécial », celle du transit est loin d'être négligeable et n'a cessé d'aller en croissant depuis 1882, date de l'ouverture de la ligne du Gothard. Gênes, grâce au bas tarif de ses droits de port, aux facilités offertes au commerce par son « dépôt franc », absorberait à lui seul 9 % du trafic du Gothard. Le percement du Simplon ne laissera pas d'accentuer ce mouvement en attirant encore dans l'orbite de Gênes la Suisse occidentale et quelques-uns de nos départements de l'Est. D'autre part, les escales des deux puissantes Compagnies allemandes de navigation *Hamburg-Amerika* et *Norddeutscher Lloyd* et les services rapides de la Compagnie internationale des wagons-lits entre Hambourg et Gênes assurent à ce dernier port un mouvement considérable de passagers, accru encore par le départ de nombreux émigrants italiens. Gênes, enfin, possède un organisme nouveau, institué par la loi du 2 février 1903, le *Consorzio autonomo*, sorte de Conseil ou Syndicat autonome, formé de 27 membres représentant tous les intérêts du port et quasi-souverain pour tout ce qui touche à ces mêmes intérêts. Cette autorité a la charge de tous les services de l'exploitation du port, de tous les travaux d'amélioration et d'agrandissement; elle est chargée de la police du port, elle reçoit du Trésor un tant pour cent sur les droits de tonnage, et peut, pour gager ses emprunts, imposer une taxe sur les marchandises. Le Président, nommé par l'Etat et assisté d'un Conseil exécutif de onze membres, accomplit la plus grande partie de la besogne. Cette œuvre de décentralisation rendra certainement à Gênes d'utiles services, dans le genre de ceux que Hambourg retire de ses anciennes administrations communales.

A ces avantages en faveur de Gênes, que peut opposer notre grand port méditerranéen? Une position géographique non moins favorable, la présence d'industries nombreuses et variées, le quasi-monopole du trafic franco-algérien, permettent certainement à Marseille de lutter avec des chances de succès contre la concurrence de Gênes. Sans se leurrer sur les conséquences qui en résulteront, — et dont nous avons tracé ailleurs les limites, — Marseille doit aussi bénéficier d'une zone franche. On pourrait encore lui accorder l'établissement du canal de jonction qui doit le relier au Rhône, réduire les droits de port et leurs annexes, qui, en général, sont notablement plus élevés qu'à Gênes, et, chose curieuse, plus élevés pour les bateaux français que pour les bateaux étrangers. Mais il ne faut pas oublier que la prospérité d'un port reflète la prospérité générale du pays, et que tout ce qu'on fera pour le développement de notre commerce général sera acquis à nos grands ports, à Marseille en particulier.

P. Clerget,
Professeur à l'Ecole de Commerce du Locle.

[1] L. Paul-Dubois : Gênes et Marseille, in *Revue des Deux Mondes*, 15 mai 1904.

§ 8. — Enseignement

Agrégation des Facultés de Médecine. — Les docteurs dont les noms suivent viennent d'être institués agrégés près les Facultés de Médecine, dans la section des Sciences physiques :

Paris : M. Maillard (Chimie);
Lyon : MM. Morel (Chimie) et Causse (Pharmacie);
Montpellier : M. Gagnière (Physique);
Nancy : M. Laborde (Chimie);
Toulouse : M. Aloy (Chimie).

LA CHAIRE DE GÉOLOGIE A LA SORBONNE [1]

Messieurs,

En m'apportant, lors d'une de mes dernières conférences et aujourd'hui encore, le témoignage de vos sympathies, vous avez ratifié par vos applaudissements le choix flatteur dont a bien voulu m'honorer Monsieur le ministre de l'Instruction publique, en m'appelant à occuper la chaire de Géologie, pour laquelle m'avait désigné la double présentation de la Faculté et de la Section permanente du Conseil supérieur. Je vous en remercie de tout cœur, en même temps que je prie tous ceux qui m'ont accordé leur appui de vouloir bien agréer mes sentiments de profonde gratitude.

Ce n'est pas sans une douloureuse émotion que je prends aujourd'hui possession de cette chaire, qu'occupait encore il y a quelques mois, avec tant d'éclat, mon illustre et regretté maître, M. Munier-Chalmas.

Conformément à une heureuse tradition, je dois, dans cette première leçon, vous parler de lui et de ses travaux. Mais, comme je suis entré au laboratoire de Géologie de la Sorbonne sous les auspices de son prédécesseur Edmond Hébert, je cède d'autant plus volontiers à la tentation de vous entretenir de l'un et de l'autre qu'ils furent eux-mêmes unis par les liens d'une longue collaboration. Et comment ne pas remonter jusqu'aux origines de cette chaire, puisque Munier-Chalmas en fut seulement le troisième titulaire !

I

Lors de la constitution de la Faculté des Sciences en 1809, la chaire de Géologie n'existait pas ; l'Empereur s'était contenté de créer une chaire de Minéralogie. Cependant, la Géologie était enseignée par un professeur-adjoint, Alexandre Brongniart. C'était un ingénieur des Mines, directeur de la Manufacture de Sèvres, collaborateur du grand Cuvier et, comme lui, un des fondateurs de la Géologie française. Ils venaient de publier à eux deux un ouvrage mémorable, la *Géographie minéralogique des environs de Paris*. C'était la première étude géologique d'ensemble du bassin de Paris, le premier travail de Géologie régionale basé sur des documents paléontologiques. Brongniart devait pousser plus loin encore l'emploi des fossiles pour la caractéristique des terrains et jouer dans cette voie le rôle d'un novateur. En 1821, il fit paraître seul un Mémoire intitulé : *Sur les caractères zoologiques des terrains de sédiment*. Dans ce travail, qui pourrait être, aujourd'hui encore, proposé comme un modèle de méthode scientifique et de précision, l'auteur établit, pour la première fois, le synchronisme de deux formations de nature minéralogique différente, mais renfermant les mêmes fossiles. Il montre que les calcaires noirs des Fiz, en Savoie, soulevés à 2.000 mètres d'altitude, renferment les mêmes restes organisés que la craie glauconieuse de Rouen, située presque au niveau de la mer, et appartiennent, par conséquent, au même terrain. La Stratigraphie paléontologique était née. Brongniart devait appliquer encore cette méthode aux terrains sédimentaires du Vicentin et démontrer leur âge tertiaire par l'analogie des fossiles de Roncà avec ceux du bassin de Paris.

Mais Alexandre Brongniart n'était plus alors professeur à la Faculté des Sciences. En 1823, il avait été nommé professeur de Minéralogie au Muséum ; il restait, toutefois, géologue et chef d'école, car ses amis et ses élèves se réunissaient chez lui tous les dimanches dans son cabinet. Après sa mort, ses collections géologiques furent léguées par son fils à la Faculté des Sciences, où elles occupent encore aujourd'hui une salle spéciale qui porte son nom.

Il n'avait pas été remplacé à la Sorbonne ; mais le titulaire de la chaire de Minéralogie, Beudant, était heureusement aussi bon géologue que minéralogiste.

Cette situation anormale prit fin en 1830, après la révolution de Juillet, par la création, sur le rapport de Cuvier, d'une chaire annexe de Géologie. Le nouveau poste échut à Constant Prévost, savant érudit, esprit essentiellement original, professeur remarquable.

« Ce choix, nous dit son biographe M. Gosselet, ne fut pas uniquement dû à la recommandation de Cuvier : la politique y eut une grande part; mais, dans l'espèce, le choix était très heureux. » Les programmes des cours, qui nous ont été conservés, indiquent chez Constant Prévost la préoccupation de développer également l'enseignement des diverses branches de la Géologie. La Pétrographie, la Dynamique terrestre, la Stratigraphie, la Paléontologie occupaient, suivant les années, une place prépondérante dans son cours; mais les autres branches de la Géologie n'étaient jamais entièrement négligées.

Dans cette chaire de la Sorbonne furent professées pour la première fois des conceptions théo-

[1] Leçon d'ouverture du cours de Géologie de la Faculté des Sciences de l'Université de Paris.

riques qui passaient alors pour des hérésies, et qui aujourd'hui sont universellement adoptées. Constant Prévost fut, en effet, longtemps le seul défenseur en France de la doctrine des causes actuelles, qui devait trouver en Angleterre, en la personne de Charles Lyell, un si brillant protagoniste. Depuis que Georges Cuvier avait publié son « Discours sur les Révolutions du globe », on attribuait les phénomènes géologiques des époques anciennes à des catastrophes, à l'action violente de forces différant, non seulement comme grandeur, mais encore par leur nature même, des forces agissant actuellement à la surface de la Terre.

Avec Dufrénoy, avec Alcide d'Orbigny, on admettait que toute formation géologique, correspondant à une période déterminée, était séparée de la précédente et de celle qui la suit par une révolution, telle que la naissance d'un système de montagnes. A chacun de ces cataclysmes, la vie aurait été anéantie sur tout le globe ; puis de nouvelles espèces auraient été créées et auraient peuplé à nouveau les terres et les mers, constituant la faune et la flore de la période suivante. Chaque étage se trouverait ainsi caractérisé par des formes spéciales, sans lien de parenté avec celles de l'étage précédent.

Constant Prévost s'éleva avec force contre ces idées, et l'on peut à bon droit le considérer comme un précurseur des idées évolutionnistes modernes. Il expliquait les phénomènes géologiques anciens par les causes qui agissent encore de nos jours, et c'est pourquoi l'étude des phénomènes actuels tenait une si grande place dans son enseignement. Voici dans quels termes vigoureux il s'élevait, en 1850, contre la théorie des créations successives : « J'ai été conduit, dit-il, à croire et je persiste à penser que, depuis le moment où les conditions indispensables à la vie se sont trouvées réunies à la surface de la Terre, les végétaux et les animaux, créés par une puissance qu'il n'est pas plus permis à la science de définir que de nier, n'ont pas cessé de peupler sa surface sans interruption et sous des conditions essentiellement semblables à celles sous lesquelles ils se sont propagés jusqu'au moment actuel. Les premiers ou plus anciens des êtres sont liés si intimement, par une organisation commune, avec ceux qui sont les contemporains de l'homme, que l'on ne peut considérer les uns et les autres que comme les parties d'un grand tout indivisible, dont la conception a été une œuvre unique, dont le temps et aucun événement ou cataclysme imprévu n'auraient interrompu ou altéré le développement. »

Malgré d'aussi profondes divergences de vues, Constant Prévost se fit suppléer en 1847 par Alcide d'Orbigny dans sa chaire de la Faculté. Mais il le regretta plus tard, en avouant qu'il avait eu « trop de faiblesse ».

C'est surtout avec Élie de Beaumont que Constant Prévost devait se trouver en continuelle discussion. La théorie des cratères de soulèvement, due au géologue allemand Léopold von Buch, régnait à cette époque à peu près sans partage. Dufrénoy et Élie de Beaumont en étaient en France les principaux défenseurs. Constant Prévost, qui avant 1831 n'avait jamais visité de volcan, en avait tout d'abord été partisan. Mais, en 1831, il étudia l'île Julia, qui venait de prendre naissance entre la Sicile et l'Afrique et qui ne devait pas tarder à s'abîmer de nouveau sous les flots. Il voyagea ensuite en Sicile, dans les îles Lipari et dans les environs de Naples, puis en Auvergne et dans l'Eifel, et l'étude comparée de toutes ces régions volcaniques lui donna la certitude que les volcans ne sont pas le résultat d'un soulèvement, mais bien celui de l'accumulation de matières rejetées par eux et originaires de l'intérieur de la Terre. Il repoussa dès lors comme contraire aux faits la théorie des cratères de soulèvement. Mais il demeura seul ou presque seul, et ce n'est que longtemps après sa mort que M. Fouqué rapporta des îles Santorin des preuves décisives qui portèrent le coup de grâce à la théorie de Léopold de Buch.

Élie de Beaumont et son École attribuaient aux roches éruptives une action soulevante, déterminant par des poussées verticales la formation des chaînes de montagnes. Constant Prévost reconnut le rôle passif des éruptions volcaniques et opposa à la théorie des soulèvements celle des affaissements. Pour lui, le relief terrestre est le résultat de grands affaissements successifs, déterminant des poussées latérales et, par suite, comme phénomène accessoire, des ridements, des mouvements de bascule et des ruptures. Les théories orogéniques modernes de Dana et de Suess sont issues de cette conception de Constant Prévost.

Le professeur de la Sorbonne était donc un précurseur sur toutes les grandes questions qui passionnaient ses contemporains, mais il ne lui fut pas donné d'assister au triomphe de ses idées. Il mourut le 17 août 1856. Son meilleur élève, M. Jules Gosselet, le vénéré doyen honoraire de l'Université de Lille, lui a consacré un livre, auquel j'ai emprunté les données précédentes.

II

La succession de Constant Prévost échut à Edmond Hébert, directeur des études scientifiques et maître de conférences à l'École Normale Supérieure, qui, déjà en 1854, avait été chargé de la suppléance.

Hébert avait de longues années de service dans l'Université, mais il n'était pas encore docteur. Le 7 février 1857, il soutint devant la Faculté des Sciences de Paris une thèse sur les « Mammifères pachydermes du genre Coryphodon ». Peu après, il fut nommé titulaire. Il avait alors quarante-cinq ans. Sa première tâche fut d'organiser à la Sorbonne ce qu'il avait commencé à réaliser à l'École Normale : la création d'un laboratoire. On avait à cette époque des laboratoires de Chimie, des cabinets de Physique, des collections d'Histoire naturelle; personne n'avait encore songé à fonder un laboratoire de Géologie, et l'on n'en aurait certainement trouvé aucun dans toutes les Universités d'Europe. Hébert estima qu'il était de son devoir de réunir dans un même local des collections, une bibliothèque et surtout... des travailleurs. L'enseignement de Constant Prévost avait été presque exclusivement oral et théorique ; avec Hébert, il devait devenir réellement pratique.

Le nouveau titulaire sut, d'ailleurs, s'entourer dès le début de collaborateurs dévoués. Ce fut d'abord Eugène Deslongchamps, fils du géologue normand Eudes Deslongchamps, lui-même bientôt professeur à la Faculté des Sciences de Caen, où il enseigna pendant un quart de siècle. Il a laissé un précieux souvenir au Laboratoire sous la forme de ces remarquables dessins de fossiles, exécutés au lavis, d'après nature, que vous avez maintes fois admirés.

Ce fut ensuite Munier-Chalmas, qui, dès l'âge de quatorze ans, écouta les leçons du maître. Voici comment lui-même raconte son entrée au Laboratoire de la Sorbonne : « En 1857, le hasard me fit rencontrer une excursion géologique dirigée par Hébert; le professeur était écouté respectueusement; moi je ne suivais que de loin les savantes explications. Mais, l'année suivante, j'étais moins craintif; le caractère affable et bienveillant du maître m'avait définitivement encouragé et attiré. En 1859, j'étais installé dans son propre cabinet, et là, sous sa direction, aidé de ses conseils incessants, je commençais mes premières études paléontologiques sur le bassin de Paris ». Munier-Chalmas possédait des qualités d'observateur qui tenaient du prodige; Hébert sut les apprécier et associa bientôt à ses travaux son jeune élève, en lui confiant les déterminations paléontologiques les plus délicates. En 1864, il l'attacha définitivement à son Laboratoire comme préparateur.

Plus tard, ce fut M. Vélain, auquel il confia le poste de répétiteur, puis celui de maître de conférences, nouvellement créés.

Peu à peu, la Sorbonne devint un important centre de travail où affluaient de nombreux géologues. Les collections s'augmentaient, les locaux s'agrandissaient; aussi, lorsqu'en 1868 Victor Duruy fonda l'École des Hautes Études, n'eut-il pas besoin d'y créer un laboratoire nouveau pour la Géologie ; il y rattacha celui d'Hébert et le dota de crédits qui, jusqu'à présent, lui faisaient presque entièrement défaut.

Les élèves d'Hébert sortaient du Laboratoire de la Sorbonne pourvus d'une forte éducation géologique et d'un bagage scientifique qui les qualifiait pour occuper des postes élevés dans l'Enseignement supérieur. Aussi les chaires de Géologie de Lille, de Caen, de Bordeaux, de Marseille, de Grenoble, de Rennes, de Nancy furent-elles successivement attribuées aux meilleurs d'entre eux. Plusieurs de ces jeunes professeurs ont à leur tour formé des élèves, qui professent aujourd'hui dans quelques-unes de nos Universités de province. Tous sont imprégnés des méthodes stratigraphiques si fécondes introduites dans la science par Hébert, et ceux-là mêmes qui n'ont pas été ses élèves se les sont assimilées.

En quoi consistaient donc ces méthodes qui, pendant trente ans, firent réaliser de si grands progrès à la Géologie française?

Ce qui caractérise avant tout les travaux d'Hébert, c'est le rôle considérable qu'y jouent les coupes détaillées, reproduisant avec une exactitude minutieuse la succession des terrains observée en un lieu déterminé. A l'époque où Hébert publia ses premiers Mémoires, cette manière de figurer les allures des couches sédimentaires était peu en honneur. On négligeait la dimension verticale et l'on se contentait de suivre les terrains dans le sens horizontal, en représentant sur une carte géologique leurs zones d'affleurement. Dans sa longue carrière scientifique, Hébert n'a jamais levé de carte géologique. D'autres géologues, encore aujourd'hui, se contentent de lever des cartes sans jamais dresser de coupes. C'est dans la combinaison des deux méthodes que réside la supériorité des travaux modernes de Géologie régionale.

Malgré le défaut de raccordement horizontal des différentes coupes entre elles, celles que publiait Hébert avaient une grande valeur documentaire, due à la précision avec laquelle les niveaux fossilifères y étaient repérés. Grâce à de minutieuses récoltes paléontologiques, la comparaison de coupes très éloignées l'une de l'autre devenait possible. C'était, en somme, l'application, dans toute sa rigueur, de la méthode paléontologique d'Alexandre Brongniart.

L'emploi des coupes permit à Hébert d'étayer sur des bases solides la succession des faunes dans les terrains secondaires et tertiaires de l'Europe occidentale. Ces travaux forment, en quelque sorte, la base des études stratigraphiques actuelles.

On a beaucoup critiqué cette méthode, on l'a

tournée en ridicule, on l'a surnommé la « Géologie à tiroirs ». Hébert lui-même, il faut bien l'avouer, avait un peu contribué à ce discrédit, car il abusait dans ses cours des énumérations fastidieuses, des tableaux de synchronisme et de tout l'appareil de démonstration qu'il croyait devoir faire passer devant les yeux de ses auditeurs. Il était si pénétré de l'importance de la thèse qu'il soutenait qu'il aurait cru manquer à un devoir sacré en se dispensant de produire un seul des arguments, si minime fût-il, avec lesquels il pensait fermer la bouche à ses contradicteurs.

Grâce à cet abus de la méthode analytique, il fut souvent accusé d'être incapable de s'élever jusqu'à la synthèse. A une époque où la grande majorité des géologues français était hypnotisée par les 362 points principaux du réseau pentagonal, il y aurait eu déjà un certain mérite à se contenter d'observer les faits sans idée théorique préconçue; mais le reproche de ne pas synthétiser ses observations ne peut être adressé à Hébert.

En effet, partant de ses travaux de détail dans le bassin anglo-parisien, il reconstitue l'extension des mers aux diverses périodes et construit les premières esquisses paléogéographiques basées sur des documents précis, inaugurant une méthode qui devait donner plus tard à M. de Lapparent de si brillants résultats.

La comparaison entre elles des extensions marines aux époques successives fournit à Hébert les preuves de déplacements fréquents dans les lignes de rivage, en particulier dans le bassin de Paris. Il attribua ces déplacements, non pas, comme on le fit souvent dans la suite, à des oscillations du niveau des mers, mais à des oscillations lentes du sol. Il fut à même, le premier, de mettre en évidence une sorte de compensation qui existe entre les invasions marines dont certaines régions ont été le théâtre et les soulèvements qui se sont produits au même moment dans d'autres régions. Les idées que professe actuellement l'École française sur la cause des transgressions et des régressions des mers sont en germe dans cette constatation fondamentale.

En synthétisant ses observations sur les cotes d'affleurement des diverses zones qu'il avait pu séparer dans la craie blanche, Hébert put démontrer que le bassin de Paris est une région plissée suivant deux directions : une direction principale, comprenant des plis parallèles entre eux, orientés sensiblement N.W.-S.E., et une autre série de plis à peu près perpendiculaires au premier système. Plus tard, les travaux de M. Gustave Dollfus et de M. Marcel Bertrand sont venus confirmer et compléter cette conclusion.

On a souvent reproché à Hébert de nier le rôle que jouent en Stratigraphie les différences de faciès des couches synchroniques, rôle dont les géologues suisses et allemands avaient fait ressortir toute l'importance. Ce reproche est d'autant moins fondé que c'est Hébert lui-même qui, l'un des premiers, fournit une méthode précise permettant de déterminer le synchronisme de deux assises entièrement différentes tant par leurs caractères lithologiques que par leur faune. Vous savez qu'il démontra l'équivalence du gypse de Montmartre et du travertin de Champigny, en établissant que l'une et l'autre de ces formations sont comprises entre les marnes à *Pholadomya ludensis* à la base et les marnes supragypseuses au sommet.

On pourra, par contre, reprocher à Hébert de n'avoir pas toujours fait l'application de cette méthode qu'il avait créée lui-même. Les novateurs reculent fréquemment devant les conséquences de leurs propres doctrines. Sur la fin de ses jours, Hébert renia la notion de faciès. Partout où, dans une succession, il ne retrouvait pas un terme avec sa faune habituelle, il imaginait une lacune, soit par absence de dépôt, soit par suite d'une émersion temporaire. Il fut conduit ainsi à des parallélismes singuliers qui furent vivement critiqués. Des discussions orageuses eurent lieu dans les séances de la Société géologique de France entre Hébert et ses contradicteurs; les luttes au sujet du Tithonique sont demeurées mémorables. Pour l'École allemande et pour nombre de géologues français, ce terme, caractéristique des régions méditerranéennes, est un équivalent approximatif du Portlandien. Hébert y voyait du Néocomien inférieur et affirmait l'existence, dans le Midi, d'une lacune correspondant aux termes supérieurs du Jurassique, due à une émersion postérieure à l'Oxfordien ou au Corallien. Jusqu'à sa mort, il refusa de se rendre à l'évidence.

Il ne se croyait, cependant, pas infaillible et, sur bien des questions, il fut amené à modifier sa première manière de voir. Munier-Chalmas avait un grand ascendant sur lui ; il connaissait ses points faibles dans la discussion et ne craignait pas d'affronter les orages. Hébert, le plus souvent, se fâchait, se retirait dans son cabinet; mais, le lendemain, il s'avouait vaincu.

Il eut aussi de nombreux contradicteurs à l'Étranger; pour les convaincre, il allait sur place contrôler et souvent corriger leurs observations. Il fit ainsi de nombreux voyages en Angleterre, en Belgique, en Suède, en Allemagne, en Galicie, en Hongrie, en Vénétie. Souvent Munier l'accompagnait, et les deux collaborateurs rapportaient à Paris d'abondantes récoltes de fossiles. C'est ainsi que s'augmentèrent de jour en jour les riches collections de la Sorbonne. Elles étaient devenues, pour les travailleurs

du laboratoire, une ressource inappréciable; elles furent malheureusement désorganisées plus tard par un déménagement opéré dans les plus fâcheuses conditions.

Contrairement à Constant Prévost, Hébert connut vers la fin de sa carrière les plus grands honneurs. Il entra à l'Académie des Sciences en 1877. En 1885, ses collègues de la Faculté l'élirent doyen, et, comme tel, il présida à l'établissement des plans de la nouvelle Sorbonne; mais il ne lui fut pas donné de voir le transfert de son laboratoire dans les nouveaux bâtiments. Il mourut le 4 avril 1890, peu de mois après qu'il eût été admis à la retraite.

III

Ce fut tout d'abord M. Vélain qui fut chargé du cours, concurremment avec son enseignement de Géographie physique. La chaire resta pendant plus d'un an sans titulaire. Munier-Chalmas, que tous considéraient comme le successeur désigné d'Hébert, n'était pas docteur. Comme jadis son maître, il soutint sa thèse quelques jours avant d'être chargé du cours. Il fut nommé professeur dans la même année, sur la présentation de la Faculté.

Je n'ai pas l'intention de vous raconter aujourd'hui la vie de mon prédécesseur; ce n'est pas le lieu non plus de vous tracer son portrait. La plupart d'entre vous l'ont, d'ailleurs, connu. Il importe cependant que je rappelle brièvement les principales phases de sa carrière si intéressante.

Munier-Chalmas naquit à Tournus (Saône-et-Loire), le 7 avril 1843. Il perdit son père de bonne heure et sa mère vint s'établir à Paris. Ses premières études se ressentirent de ces circonstances et furent très irrégulières. Le jeune garçon, au lieu d'aller en classe, courait recueillir des fossiles dans les carrières de Vaugirard et de Meudon. Toute sa vie durant, il devait faire ainsi l'école buissonnière. Nous avons vu tout à l'heure comment il fut amené, dès l'âge de quinze ans, à fréquenter le laboratoire et les excursions d'Hébert. Il suivait aussi des cours au Muséum et était un assidu visiteur des collections. A vingt ans, il publiait son premier travail de Paléontologie. Mais il n'était pas bachelier. Il fut néanmoins nommé préparateur du cours de Géologie à la Faculté et se contenta pendant quinze ans de cette modeste situation. Ses travaux personnels, son rôle actif dans le laboratoire, un prix à la Société géologique, une Mission en Hongrie et dans les Alpes vénitiennes, l'avaient mis en évidence. Aussi fut-il nommé, en 1879, sur la demande d'Hébert, sous-directeur du Laboratoire des recherches.

Aux excursions de la Faculté, les élèves de l'École Normale avaient remarqué la vivacité de son esprit, l'étendue de ses connaissances, la sûreté de son coup d'œil. Ils obtinrent du directeur de l'École, qui était alors Fustel de Coulanges, que la direction des manipulations lui fût confiée. Deux ans après, le poste de maître de conférences étant vacant, par suite du retour à Grenoble de Charles Lory, on songea tout de suite à Munier, mais il n'avait aucun grade. L'équivalence du baccalauréat lui fut accordée par le ministre, et ce fut à Caen qu'il passa sa licence ès sciences naturelles. Ses amis durent l'entraîner de force à la gare, tant était grande sa répugnance à passer des examens. Il rencontra un jury sympathique, mais qui n'eut aucunement besoin de se montrer indulgent. En Géologie, il en remontra même à son examinateur, qui était son vieil ami Deslongchamps.

La nomination de Munier-Chalmas comme maître de conférences à l'École Normale Supérieure date de 1882. Son enseignement était très chargé et nécessita de sa part, pendant quelques années, un genre de travail auquel il n'était pas accoutumé. Il n'aimait pas puiser sa science dans des ouvrages imprimés; il préférait la tirer de conversations avec les spécialistes, ou, mieux encore, la lire dans le grand livre de la Nature. Il dut cependant s'astreindre, en vue de la préparation de son cours d'agrégation, à un grand travail de bibliographie, qu'il put mettre à profit plus tard, lorsqu'il commença à synthétiser ses propres recherches.

En 1891, il échangea, comme avait fait jadis Hébert, ses conférences de l'École Normale contre la chaire de la Faculté des Sciences, qu'il occupa, comme vous savez, jusqu'à sa mort, survenue le 8 août 1903, à Saint-Simon, près Aix-les-Bains.

Dans les vingt dernières années de sa vie, les honneurs ne manquèrent pas de lui arriver, car son renom allait toujours grandissant; ses conseils, donnés quelquefois avec une franchise un peu brutale, étaient très recherchés, et l'on n'avait pas, en général, à se repentir de les avoir suivis.

Nommé collaborateur-adjoint au Service de la Carte géologique de France, en 1884, puis collaborateur principal en 1889, il fut appelé en 1892 à faire partie de la Commission spéciale qui, concurremment avec le directeur, préside au fonctionnement de cet important établissement scientifique. Munier n'a jamais levé lui-même que des surfaces infiniment petites de la carte géologique détaillée de notre territoire; mais il prit une part très active au travail préparatoire nécessité par la publication des premières feuilles de la superbe carte géologique de France au 1.320.000^e, due à l'intelligente initiative du directeur actuel du Service, M. Michel-Lévy.

Munier-Chalmas était un des membres les plus assidus aux séances de la Société géologique de

France; nul ne prenait une part plus active que lui aux discussions. Depuis de longues années, son avis sur la plupart des questions faisait autorité. Aussi fut-il élu, à la presque unanimité des suffrages, président de la Société pour l'année 1891.

Lorsqu'une Commission extraparlementaire fut constituée au Ministère de l'Intérieur, dans le but de préparer les articles d'un projet de loi sur l'Hygiène publique relatifs au captage des sources par les communes et à la protection des eaux potables, Munier-Chalmas fut désigné pour en faire partie. Il y joua un rôle très actif et fit triompher sa manière de voir sur plusieurs points très importants, au cours des discussions qui aboutirent à un décret, aux termes duquel un collaborateur du Service de la Carte géologique était appelé désormais à donner son avis motivé sur tous les projets de captages de sources par les communes. Munier fut chargé de plusieurs départements de la région parisienne, dont il connaissait mieux que personne la structure. Il s'adonna avec une ardeur toute juvénile à cette nouvelle tâche, qui absorba une grande partie de son activité pendant les dernières années de son existence.

Trois mois avant sa mort, il fut élu membre de la Section de Minéralogie de l'Académie des Sciences, en remplacement d'Hautefeuille.

Munier-Chalmas avait la réputation d'avoir peu publié, réputation fondée si l'on n'envisage que le volume des travaux, imméritée si l'on regarde leur nombre, leur diversité et leur qualité. D'ailleurs, le fait que beaucoup de ses observations et de ses idées sont restées inédites a certainement beaucoup contribué à accréditer cette légende. D'autre part, les 149 numéros que comporte sa liste bibliographique correspondent, à quelques exceptions près, à des notes préliminaires, à de simples prises de date, le travail proprement dit n'ayant malheureusement jamais vu le jour.

Munier a touché à la plupart des questions qui ont préoccupé les géologues et les paléontologistes dans les quarante dernières années; il a laissé une trace profonde dans plusieurs branches des sciences géologiques.

En Paléontologie, on lui doit un certain nombre de découvertes de premier ordre, dont chacune serait à elle seule suffisante pour illustrer la carrière d'un savant. Je ne puis naturellement en donner qu'un aperçu rapide.

Une des principales fut celle de la vraie nature de certains organismes fossiles, que l'on rangeait précédemment dans les Foraminifères et que Munier reconnut être des squelettes calcaires d'Algues du groupe des Siphonées. Cette assimilation était basée sur une étude très approfondie de ces Végétaux, étude dont les conclusions furent seules publiées, mais qui eut un grand retentissement.

Pendant toute sa vie, Munier s'est occupé des Foraminifères avec une prédilection toute particulière; mais, si les principaux résultats de ses recherches ont été publiés, c'est surtout grâce à la circonstance que, pour l'étude de ce groupe, il eut l'heureuse fortune de pouvoir s'associer un collaborateur dévoué, M. Schlumberger, qui passe aujourd'hui à bon droit comme la première autorité en matière de Foraminifères fossiles. La découverte du dimorphisme chez les Nummulites fut bientôt complétée par un travail très détaillé sur les Miliolidés trématophorés.

Peu après le moment où Lacaze-Duthiers consacrait un de ses plus beaux Mémoires à l'évolution individuelle des Actinies, Munier était conduit au résultat que, comme les Actinies, les Madréporaires, en particulier les *Turbinolia*, traversent, au cours de leur développement, un stade auquel ils possèdent la même symétrie bilatérale que les Tétracoralliaires, pour prendre chez l'adulte seulement une symétrie radiaire apparente.

Munier-Chalmas a fait sur les Échinides quelques observations capitales, principalement en ce qui concerne l'appareil apical. Il a reconnu que les représentants de la famille des Échinolampadidés, chez lesquels tous les auteurs avaient décrit et même figuré un apex avec quatre basales, sont en réalité monobasales. Chez certains d'entre eux, les quatre pores génitaux quittent la basale pour venir déboucher entre les deux rangs d'assules de l'aire interambulacraire, comme cela a lieu chez quelques Clypéastridés. A la suite de ces recherches, Munier élaborait une nouvelle classification des Échinides, conforme à la filiation réelle; il en exposa les grandes lignes lors de la soutenance de sa thèse, mais elle ne fut publiée que plus tard, dans les « Éléments de Paléontologie » de son regretté élève Félix Bernard.

On lui doit aussi des observations très minutieuses sur les Brachiopodes; mais il ne leur consacra aucun travail d'ensemble et les fit paraître dans le « Manuel de Conchyliologie » de Fischer, en même temps que maints faits nouveaux relatifs aux Mollusques, ce qui donna à un ami facétieux l'occasion de comparer Munier au coucou, qui pond ses œufs dans le nid des autres oiseaux.

Les Lamellibranches sont certainement les Invertébrés sur lesquels les paléontologistes de l'École française ont publié les plus beaux travaux, et une bonne part des résultats obtenus revient encore à Munier-Chalmas. Ses recherches sur la morphologie de la charnière, sur l'évolution du ligament ont servi de point de départ à celles de Félix Bernard. Ses études sur les Rudistes ont précédé celles de M. Douvillé; elles l'ont conduit à une remarque

capitale sur les rapports des valves : de même qu'il y a chez les Gastropodes des formes dextres et des formes senestres, il existe chez les Acéphales des types dont tous les éléments de la charnière sont disposés symétriquement par rapport à ceux de la valve correspondante d'autres formes présentant la même organisation générale.

Munier connaissait les Gastropodes aussi bien que les meilleurs spécialistes, mais il n'a rien publié d'important sur ce groupe. En revanche, ses Notes sur les Céphalopodes fossiles sont d'une très grande portée, malgré leur concision. Sa découverte du prosiphon dans la loge initiale du genre vivant *Spirula* et dans celle des Ammonites démontre, d'une manière péremptoire, que les Ammonites se rapprochent davantage des Dibranchiaux que des Tétrabranchiaux. Ses travaux sur les Béloptéridés excluent d'une manière définitive les Bélemnites des terrains tertiaires. Son hypothèse si ingénieuse, si plausible, du dimorphisme sexuel des Ammonites jette un jour tout nouveau sur les formes à dernier tour réfracté.

Si j'ajoute que c'est mon éminent prédécesseur qui, le premier, dès 1878, affirma que les Bilobites sont, non des Algues, comme on le pensait alors, mais bien des empreintes mécaniques, tracées sur le fond des mers siluriennes par des Crustacés ou des Annélides en marche, j'aurai épuisé l'énumération de ses principaux travaux paléontologiques, car il n'a jamais rien publié sur les Vertébrés fossiles, quoiqu'il se passionnât souvent pour leur étude. Mais il n'en a pas moins fait quelques découvertes d'un puissant intérêt dans quelques gisements du bassin de Paris qu'il explorait avec une rare patience.

Tous ces travaux que je viens d'énumérer ont placé Munier-Chalmas parmi les premiers paléontologistes de notre époque; ses recherches stratigraphiques sont également de premier ordre et en font le digne continuateur d'Hébert. Il poussa la méthode analytique de son maître à son maximum de perfection, en y apportant d'heureuses modifications, tenant davantage compte de la nature minéralogique des dépôts et des conditions de vie révélées par la composition de la faune. Il fit faire un pas considérable à la connaissance des faciès d'eau saumâtre et d'eau douce.

Munier-Chalmas avait une connaissance approfondie, basée sur des observations personnelles, de toute la série sédimentaire. Il n'est pas un terrain dont il n'ait visité les gisements classiques de l'Europe occidentale et dont il n'ait recueilli sur place de belles séries paléontologiques, enrichissant ainsi sans cesse le noyau de collections constitué par Hébert. Les résultats généraux de cette étude sont en partie consignés dans un Mémoire publié en collaboration avec M. de Lapparent, intitulé : « Note sur la nomenclature des terrains sédimentaires », travail dans lequel les auteurs ont mis la classification des terrains en harmonie avec les progrès de la Stratigraphie et de la Paléontologie.

Munier-Chalmas a fait porter ses recherches personnelles principalement sur les terrains secondaires et tertiaires.

En ce qui concerne le Trias, il a montré que les grès qui s'étendent en transgressivité sur les bords du Massif Central appartiennent, non au Grès Bigarré, c'est-à-dire au Trias inférieur, comme on l'avait cru, mais à la partie supérieure du Trias moyen. La découverte qu'il y a faite d'une faune caractérisée par la présence du *Myophoria Goldfussi* montre qu'ils représentent un équivalent de la Lettenkohle de l'Allemagne méridionale.

L'étude du Jurassique a absorbé Munier pendant plusieurs années. Il a consacré de longues semaines à disséquer dans le détail les gisements si fossilifères du Lias et du Jurassique moyen de Normandie, complétant sur plusieurs points essentiels les travaux classiques d'Eugène Deslongchamps. On lui doit, en particulier, la découverte, dans les environs de May, de plusieurs niveaux toarciens et bajociens nouveaux. Il a également étudié le Callovien et l'Oxfordien des falaises de Dives et fixé d'une manière précise l'intercalation de bancs coralligènes au milieu de couches à Céphalopodes de l'Oxfordien supérieur. Il faisait plus tard la même constatation dans les Ardennes, fournissant ainsi la preuve que l'établissement des récifs coralliens avait commencé dans le bassin de Paris plus tôt qu'on ne l'avait pensé.

En 1898 et 1899, ce sont les couches les plus élevées du Jurassique du Boulonnais qui font de sa part l'objet de recherches en collaboration avec son vieil ami M. Edmond Pellat, aboutissant à la publication d'une coupe très détaillée des falaises de Wimereux et de Boulogne.

Les faits nouveaux que ce travail met en lumière sont surtout relatifs à l'existence d'anciennes plages et d'estuaires, dont les dépôts s'intercalent au milieu de couches essentiellement marines. Il y a là une synthèse tout à fait remarquable, basée sur la plus minutieuse analyse.

Les assises terminales du Crétacé avaient déjà fait l'objet des recherches d'Hébert; Munier les étudie à son tour et découvre à Meudon, au-dessus des calcaires à *Lithothamnium*, que l'on avait à tort qualifiés de « pisolithiques », une faune riche en espèces, les unes marines, les autres d'estuaire, identiques à celles du calcaire de Mons, en Belgique.

Dès sa prime jeunesse, Munier-Chalmas s'était adonné à l'exploration des terrains tertiaires du bassin de Paris, et, toute sa vie, il a témoigné d'une

prédilection particulière pour ces terrains, qu'il a étudiés également dans les Alpes Vénitiennes, en Hongrie, dans les Pyrénées et dans le Massif Central.

C'est aux terrains crétacés et tertiaires du Vicentin qu'est consacrée sa thèse de doctorat. Le lecteur y trouve un certain nombre de faits nouveaux, encadrés dans la discussion des observations de ses prédécesseurs. La répartition des Nummulites, des Alvéolines, des Orbitoïdes dans la série éocène et oligocène y est étudiée avec soin, en même temps que l'auteur définit d'une manière précise la position qu'occupent, dans cette série, les intercalations de couches ligniteuses et de tufs basaltiques.

Il est malheureux que Munier n'ait jamais exposé dans un volume, comme il l'avait fait pour le Vicentin, les résultats de ses longues et patientes recherches sur les terrains tertiaires du bassin de Paris; du moins les a-t-il résumés dans la Notice qu'il a distribuée à l'occasion de sa candidature à l'Académie des Sciences. Ce résumé est une synthèse remarquable de ses travaux ; mais le détail de ses observations n'a jamais vu le jour, de sorte que plus d'une de ses conclusions, n'étant pas étayée par l'appareil de preuves indispensables en l'espèce, sera accueillie avec scepticisme.

Mainte observation de Munier a cependant depuis longtemps été reconnue exacte par la plupart des géologues parisiens. Je ne puis, sans entrer dans des détails que ne comporte pas le cadre de cette leçon, vous retracer aujourd'hui les grandes lignes de l'histoire du bassin tertiaire parisien. Qu'il me suffise de vous rappeler que Munier a pu montrer l'action continue des mouvements orogéniques pendant tout l'Éocène et l'Oligocène et qu'il a mis en évidence la relation existant entre la répartition des faciès et ce qu'il a appelé la ride périphérique du bassin. Vous savez qu'il distinguait plusieurs zones concentriques, dans lesquelles les conditions de sédimentation et de salure des eaux n'étaient pas les mêmes, en même temps que la composition des faunes variait de l'une à l'autre.

Les dépôts pléistocènes des environs de Paris ont souvent retenu l'attention de Munier ; il a consacré de longs mois à l'exploration d'un petit nombre de gisements et, là encore, beaucoup de ses observations sont à jamais perdues.

En dehors de la Paléontologie et de la Stratigraphie, Munier-Chalmas a peu publié ; mais bien peu de domaines de la Géologie lui étaient étrangers. Il ne suivait cependant que de très loin les travaux de ses contemporains sur les dislocations du sol, sur les phénomènes volcaniques, sur les glaciers, sur la géomorphogénie. Il connaissait tout de même mieux que personne certains phénomènes actuels et il étudiait, par exemple, avec passion l'action des vagues sur les rivages; son cours était plein d'observations originales relatives à cet ordre de faits. Il a apporté aussi mainte contribution intéressante à l'étude des phénomènes de sédimentation et à celle des modifications ultérieures que subissent les roches sur leurs lignes d'affleurement. Les recherches qu'il fit, en collaboration avec M. Michel-Lévy, sur la fluorine et certaines formes de la silice qui prennent naissance dans ces conditions, sont célèbres à juste titre.

Enfin, Munier a publié quelques travaux de Pétrographie, ayant trait aux roches volcaniques du Vicentin, aux actions métamorphiques exercées par le granite en Bretagne. Il en était plus fier que de ses plus belles recherches paléontologiques et stratigraphiques.

Si varié que fût son bagage scientifique, Munier ne traitait guère dans son cours que la Stratigraphie et les roches sédimentaires. C'est à peine si, de loin en loin, il se permettait une digression de quelques instants dans le domaine de la Paléontologie, et presque toujours pour relater une observation personnelle ; mais ses leçons de Stratigraphie étaient des plus substantielles, surtout lorsqu'il parlait de régions qu'il avait visitées lui-même. Ce qu'était cet enseignement, la plupart d'entre vous le savent d'ailleurs. Ceux qui ont suivi les cours de Munier-Chalmas avant que la maladie n'eût paralysé son entrain se souviennent à quel point il pouvait intéresser ses auditeurs par l'exposé d'idées nouvelles et par des aperçus originaux sur des questions à l'ordre du jour.

Qui ne l'a vu conduire une excursion d'élèves ignore toutefois la face la plus attrayante de son enseignement. Là il était vraiment lui-même, il se donnait tout entier et communiquait à ceux qui l'accompagnaient son ardeur et son inlassable patience. En dirigeant des excursions géologiques dans le bassin de Paris ou dans les régions voisines, Munier suivait une ancienne tradition, qui remontait à Constant Prévost; son successeur se gardera de la laisser tomber.

Le passage de Munier-Chalmas à la chaire de Géologie de la Faculté des Sciences fut marqué par le transfert, en 1894, du Laboratoire dans la nouvelle Sorbonne. J'ai dit déjà que les collections se sont trouvées désorganisées par le déménagement; ce sera ma tâche et celle de mes dévoués collaborateurs de les reconstituer sans retard. Mais d'autres rouages du Laboratoire sont aujourd'hui en plein fonctionnement.

La superbe bibliothèque, résultant des donations de Fontannes et d'Hébert, que Munier-Chalmas enrichissait sans cesse en y versant les ouvrages qu'il recevait personnellement, est devenue peu à peu un instrument de travail incomparable.

Plusieurs appareils ont été construits sur des plans conçus par mon prédécesseur : vous avez vu les résultats que donne l'appareil de projection pour plaques minces de roches en lumière simple, parallèle ou convergente; une scie et des polissoirs perfectionnés, mus par un moteur à gaz, nous rendent depuis trois mois les plus grands services pour l'étude des fossiles et des roches; Munier n'eut pas la satisfaction, avant sa mort, de les voir fonctionner. Le Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences sera bientôt l'un des mieux outillés qui soient en Europe; il est dès à présent organisé pour recevoir de nombreux travailleurs.

Il est, hélas, privé aujourd'hui de celui qui en fut pendant de longues années le sous-directeur, puis le chef. Mais les élèves d'Hébert ont été tous, sauf les plus anciens, également ceux de Munier; ses méthodes de travail dans le Laboratoire ne disparaîtront donc pas, pas plus que ne sauraient disparaître les méthodes stratigraphiques d'Hébert. Le nouveau titulaire de la chaire de Géologie de l'Université de Paris, qui se fait gloire d'être l'élève de ces deux maîtres, s'efforcera de conserver leurs bonnes traditions. La Stratigraphie continuera à tenir une place privilégiée dans l'enseignement, mais la Paléontologie et la Géologie dynamique ne seront pas pour cela négligées, et la Pétrographie est, comme vous le savez, en d'excellentes mains.

Qu'il me soit permis, cependant, pour terminer, de formuler un vœu, que, pour ma part, je m'efforcerai d'ailleurs de réaliser dans la mesure de mes forces. Je voudrais que l'enseignement de la Géologie en France entrât davantage dans une voie que lui a tracée le plus grand géologue de notre temps, l'illustre professeur Suess de Vienne, dans la voie de la *Géologie comparée*. En nous y engageant résolument, nous pourrons espérer serrer de près les problèmes les plus passionnants de la Géologie moderne : la formation des chaînes de montagnes, les lois des transgressions et des régressions marines, l'histoire géologique des continents. Je ne perdrai pas de vue ces trois questions en traitant devant vous, Messieurs, dans mon cours de ce semestre d'été, la série complète des périodes géologiques et plus particulièrement l'ère secondaire de l'histoire de notre Planète.

Emile Haug,
Professeur à la Faculté des Sciences
de l'Université de Paris.

LES ANESTHÉSIQUES LOCAUX

Des siècles d'empirisme et d'observation ont amené ce premier résultat que, parmi le nombre infini de substances créées par l'organisme animal et l'organisme végétal, certaines ont été appliquées par l'homme au soulagement des malades ou à la guérison des maladies.

De ces substances elles-mêmes les chimistes ont retiré, dès la deuxième moitié du siècle dernier, plusieurs principes actifs cristallisés, nettement définis, concentrant en eux l'action spécifique de la plante ou de la matière qui les avait fournis.

Ces principes actifs jouant un rôle physiologique dans les plantes qui les contiennent, et la Nature ne les ayant pas formés pour être utiles à l'humanité, il est naturel de penser qu'au point de vue de l'action thérapeutique ils ne représentent pas la perfection; en réalité, à côté des avantages nombreux qu'ils offrent sur les drogues dont on les retire, nous constatons des inconvénients graves qui en limitent souvent l'emploi.

Cependant, jusqu'ici, malgré les efforts tentés, on n'a jamais réussi à modifier, à ce point, un alcaloïde donné que, tout en lui conservant son action typique, on supprimât complètement ses défauts.

Les premiers alcaloïdes isolés : la quinine, l'atropine, la morphine, la cocaïne, etc., règnent encore en maîtres incontestés, malgré les substitutions et les bouleversements variés qu'on leur a fait subir.

Il faut dire aussi que, le plus souvent, on marche à tâton, surtout et forcément lorsqu'il s'agit d'un produit dont on ne connaît pas bien la constitution.

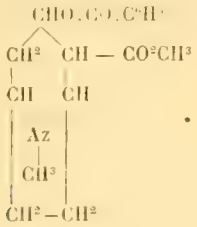
Si l'on était exactement fixé sur la charpente des alcaloïdes, si l'on pouvait les désarticuler progressivement par le moyen de réactions simples, on saurait à quel groupement fonctionnel ils doivent leur action, et il serait rationnel d'essayer de fixer ces groupements sur une molécule très simple, un support lui-même inactif, de façon à concentrer sous un petit volume toute l'activité physiologique de la molécule primitive.

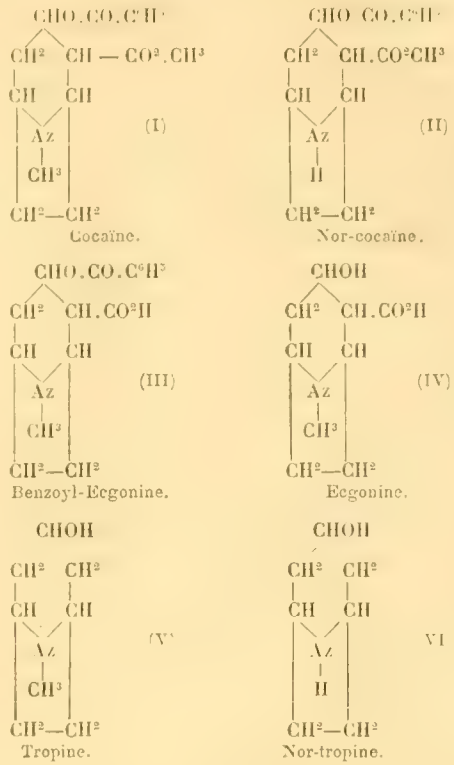
De tous les alcaloïdes connus, la cocaïne paraissait devoir se prêter le mieux à une étude de ce genre, pour cette double raison que son action physiologique est parfaitement déterminée et que sa constitution est aujourd'hui bien connue.

I. — Cocaïne.

La cocaïne est, on le sait, après la quinine et la morphine, l'alcaloïde le plus employé.

Isolée en 1860 par Niemann, elle a surtout été étudiée, en Allemagne, par Lossen, Einhorn, Ladenburg, Merling. Mais c'est aux remarquables recherches du jeune savant R. Willstaetter que sa constitution doit d'être actuellement établie avec la plus entière certitude. Willstaetter a démontré que la molécule de la cocaïne dérive d'un double noyau : le noyau pipéridinique et le noyau pyrollidinique, et il a confirmé la justesse de ses vues théoriques en réalisant de toutes pièces la synthèse de la cocaïne, dont la formule doit être représentée par le schéma suivant :





La cocaïne possède donc :

1° Une fonction aminée tertiaire;

2° Une fonction alcoolique éthérifiée par l'acide benzoïque;

3° Une fonction acide éthérifiée par l'alcool méthylique.

Si l'on chauffe la cocaïne avec de l'alcool méthylique saturé d'acide chlorhydrique gazeux, on sépare intégralement de sa molécule l'acide benzoïque qui en faisait partie.

L'acide chlorhydrique en *solution aqueuse* concentrée sépare non seulement l'acide benzoïque, mais encore l'alcool méthylique, avec formation d'*ecgonine*.

Cette ecgonine est un acide-alcool, qui peut se combiner à l'acide benzoïque, puis à l'alcool méthylique pour régénérer la cocaïne.

Mais ce n'est pas tout. Quoiqu'il soit très difficile de passer directement de la cocaïne à la *tropine*, on sait cependant que la tropine est l'amino-alcool correspondant à l'ecgonine. C'est l'ecgonine privée de carboxyle.

Enfin, l'oxydation de la tropine, pratiquée dans des conditions particulières, a conduit à la *nortropine*, qui ne possède plus de groupe méthylé à l'azote, et sert de noyau à une *nor-ecgonine* et à une nor-cocaïne.

C'est donc une véritable dissection que l'on a pratiquée sur la cocaïne, dont on a enlevé successivement tous les groupes latéraux pour ne laisser subsister que son squelette : la nortropine.

Il devenait dès lors extrêmement intéressant pour le physiologiste d'étudier séparément chacune de ces assises de la cocaïne, de noter à quel moment précis se manifeste le caractère anesthésique local et comment, lorsqu'il est apparu, varie son intensité avec les modifications chimiques que l'on fait subir à la molécule.

Sans entrer dans le détail des expériences faites, qu'il suffise de savoir que, de tous les produits de régression de la cocaïne, un seul, la *nor-cocaïne*, possède des propriétés anesthésiques locales nettes. On peut donc tirer des quelques données précédentes les conclusions suivantes :

1° Il faut que la fonction acide soit éthérifiée;

2° Il faut que la fonction alcoolique soit éthérifiée;

3° La fonction aminée peut être secondaire ou tertiaire.

Le choix de l'acide éthérifiant a une grande influence sur les propriétés physiologiques. Le remplacement de l'acide benzoïque par un acide gras a pour effet la suppression complète de la propriété anesthésique. Parmi les acides aromatiques, la plupart sont inférieurs à l'acide benzoïque; quelques-uns, comme l'acide isatropique, donnent des éthers très toxiques, mais non anesthésiques.

Le choix de l'alcool éthérifiant, au contraire, n'a aucune importance. La coca-éthyline, la coca-isobutyline ont été préparées. Elles sont anesthésiques, mais ne possèdent aucun avantage sur la

cocaïne. Les alcools aromatiques n'ont pas été essayés.

L'éthérification de la benzoylecgonine ne paraît pas avoir d'autre but, en somme, que de neutraliser, de supprimer le caractère acide. Ne serait-il pas plus simple de benzoyler la tropine qui, elle, ne possède pas de carboxyle? Or, la benzoyltropine est très faiblement anesthésique. Le groupe CO^2R semble donc nécessaire. Nous allons voir que cette nécessité est plus apparente que réelle, car un isomère géométrique de la benzoyltropine, la *tropacocaïne*, est pourvue de propriétés analgésiques intenses. En dehors des conditions de l'analgésie que nous avons énumérées, doit donc se placer l'influence de l'isomérie, facteur dont nous n'avions pas tenu compte jusqu'ici et dont l'importance est si capitale dans l'histoire des analgésiques locaux du genre cocaïne que nous l'étudierons en détail.

II. — Tropacocaïne.

En 1891, Giesel avait rencontré dans les feuilles d'un cocalier de Java de faibles quantités d'un alcaloïde qu'il appela *tropacocaïne*. Liebermann, qui l'a étudié avec soin, a reconnu que sa formule brute était identique à celle de la benzoyltropine et qu'il donnait par hydrolyse de l'acide benzoïque et une base isomérique de la tropine : la *pseudo-tropine*.

C'est encore à Willstaetter que nous devons des connaissances précises sur le caractère de l'isomérie qui différencie entre elles la pseudo-tropine et la tropine. Ces deux alcaloïdes ne sont que les formes cis et trans d'un même alcool.

Si l'on oxyde la tropine, on obtient la cétone correspondante ou *tropinone*. Cette tropinone, hydrogénée, ne retourne pas à la tropine, mais fournit la pseudotropine ; cela montre bien que, dans les deux isomères, l'oxydrile est lié au même carbone, et qu'ils diffèrent seulement par la position de cet oxydrile dans l'espace. Willstaetter ayant indiqué, en outre, que l'on pouvait passer de la tropine à la pseudotropine en la chauffant avec de l'amylate de sodium, a prouvé que, des deux isomères, *la pseudo-tropine est le plus stable*.

Le dérivé benzoylé de la pseudotropine est la *tropacocaïne*, absolument identique au produit naturel et possédant, comme celui-ci, des propriétés anesthésiques locales très intenses, qui, nous l'avons vu, font complètement défaut à la benzoyltropine.

L'isomérie des deux groupes de corps n'a pas seulement pour effet de faire apparaître dans l'un d'eux le caractère anesthésique local, mais elle fait disparaître en même temps l'action mydriatique.

Contrairement à la benzoyltropine, la tropacocaïne n'agit pas sur la pupille.

III. — Eucaïnes.

Les conséquences d'une isomérie semblable se retrouvent plus éclatantes dans le groupe des *Eucaïnes*, groupe si voisin de la cocaïne que son étude a marché de front avec celle de cet alcaloïde et a apporté une contribution sérieuse à l'établissement de sa constitution et des rapports qui existent entre cette constitution et la propriété anesthésique locale.

Beaucoup de chimistes éminents ont collaboré à l'étude des eucaïnes, et cela rend nécessairement assez difficile le clair exposé de leurs travaux, d'autant plus que nous devons considérer ces derniers seulement au point de vue de leur appoint à la question des anesthésiques locaux.

D'abord isolées, les recherches sur la tropine, les eucaïnes, la cocaïne, n'ont pas tardé à s'enchevêtrer tellement qu'il nous semble impossible de les séparer. Nous suivrons donc l'ordre chronologique des faits, sans nous préoccuper au début de leur enchaînement, et nous noterons les étapes successives qu'il est nécessaire de connaître si l'on veut savoir ce que les eucaïnes doivent au hasard et ce qu'elles doivent aux spéculations théoriques.

En faisant agir l'ammoniaque sur l'acétone, Heintz obtint une base, la *triacétonamine*, dont il eut ensuite le mérite de reconnaître le caractère cétonique et la nature pipéridinique.

Un peu plus tard, en 1863, Kraut et Lossen, en hydrolysant l'atropine par l'eau de baryte à 60°, décomposèrent cette base presque quantitativement en acide tropique et en tropine.

La netteté de l'hydrolyse incita aux recherches dans la voie de la synthèse partielle de l'atropine. Ladenburg la réalisa en 1879 en évaporant à plusieurs reprises une solution de tropate de tropine additionnée chaque fois de quelques gouttes d'acide chlorhydrique.

En généralisant cette méthode, il obtint toute une série d'éthers de la tropine, éthers qu'il désigna sous le nom de *tropeïnes*, et dont l'un, l'*homatropine*, éther phénylglycolique, est un mydriatique puissant. Jusque-là, les relations entre la tropine et la triacétonamine sont demeurées ignorées.

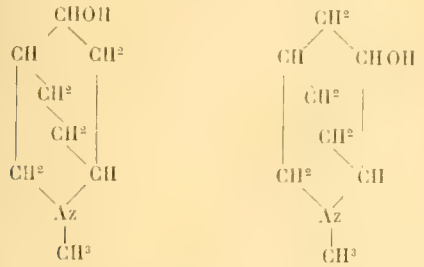
En 1883, Émile Fischer indiqua le premier les relations frappantes entre la base de Kraut et Lossen et la triacétonalcamine, amino-alcool provenant de la base de Heintz.

Comme la tropine, par exemple, la triacétonalcamine perd de l'eau lorsqu'on la traite par l'acide sulfurique, pour donner une base non saturée, l'*acétonine*, comparable à la tropidine.

Les relations physiologiques sont encore plus nettes, puisque, méthylée à l'azote et éthérifiée

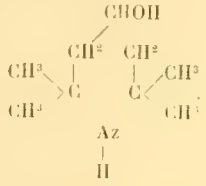
par l'acide phénylglycolique, la triacétonalcamine donne un éther possédant, comme l'homatropine, des propriétés mydriatiques très nettes.

A peu près vers la même époque, Merling publia les premiers résultats de ses recherches sur la constitution de la tropine, recherches dont ce n'est pas ici le lieu d'exposer la genèse et qui aboutirent à la conception de deux formules de la tropine, différant entre elles seulement par la position des oxydriles :



Tropine d'après Merling.

Ces deux formules répondaient également bien aux faits alors connus, et, si Merling choisit la première, c'est parce qu'elle concordait avec les travaux de Fischer sur la triacétonalcamine et se rapprochait le plus de la formule de ce dernier corps, dont Fischer avait démontré que l'oxydrile se trouvait en para :



Triacétonalcamine [1].

Les relations entre la triacétonalcamine et la tropine paraissaient donc démontrées ; il ne restait plus qu'un pas à faire : la transformation de la tropine en acétone correspondant à la triacétonamine.

Cette cétone, découverte par Willstaetter, et appelée par lui *tropinone*, ne devait d'abord servir, dans son esprit, qu'à consolider la constitution de la tropine. Elle a surtout contribué à la détruire, tout en établissant un lien de plus entre la tropine et la triacétonalcamine.

On a vu, d'autre part, que la tropinone avait permis à Willstaetter de démontrer la nature géométrique de l'isomérie existant entre la tropine et la pseudotropine. Pour que l'analogie entre la tropine et la triacétonalcamine fût complète, il fallait, après avoir trouvé l'équivalent de l'acétonamine, trouver celui de la pseudotropine. Or, quel que fût son mode d'obtention, la triacétonalcamine était toujours identique à elle-même, et il suffit d'examiner sa formule pour se convaincre qu'il ne pouvait en être autrement. Il s'agissait donc de trouver dans le groupe de la triacétonalcamine un alcool dont la forme stable répondrait à la pseudotropine, et dont la forme instable répondrait à la tropine. Cette partie du problème a été résolue par Harries qui s'adressa, non plus à la triacétonamine, mais à la *vinyldiacétonamine*.

Ce corps avait été découvert par Heintz, qui l'obtenait en chauffant la diacétonamine avec l'acétaldéhyde. Il donne une oxime qui, hydrogénée, fournit l'amine correspondante. L'acide azoteux transforme la fonction aminée en oxydrile, et l'on a finalement la *vinyldiacétonalcamine* (Harries) :

différant essentiellement de la triacétonalcamine par le remplacement d'un groupe méthyle par de l'hydrogène, ce qui donne à la molécule un caractère d'asymétrie manifeste, dont on va voir les conséquences.

L'amino-alcool ainsi obtenu par Harries fondait un peu plus haut que celui qu'avait découvert Fischer en réduisant directement la vinyldiacétonamine. La différence entre les points de fusion était très faible, mais elle suffit néanmoins à éveiller l'attention d'un chimiste aussi habile que Harries. Reprenant les travaux de Fischer et les complétant, il reconnut que, suivant la température à laquelle on opérait et le réducteur employé, on pouvait préparer deux amino-alcools isomériques différents : l'un fondant à 160-161°, l'autre entre 120 et 123°.

En traitant par l'amylate de sodium chacune de ces deux amines, c'est-à-dire en leur appliquant le procédé qui avait servi à Willstaetter pour passer de la tropine à la pseudotropine, Harries obtint un seul et même corps *fondant à 138°*, qu'il considéra comme la forme stable de la vinyldiacétonalcamine. La base fondant à 120-123°, regardée jusque-là comme un corps défini, était constituée par un mélange des bases 160° et 138°, sur la nature duquel je ne m'étendrai pas, mais qui est assez curieuse, puisque les cristallisations successives ne modifient pas le point de fusion.

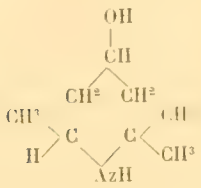
Bref, si l'on considère, non plus la triacétonal-

[1] Un fait qui venait confirmer Merling dans son opinion est le suivant : On a vu que Giesel avait isolé d'un cocalier de Java la tropacocaïne, laquelle, hydrolysée, donne la pseudotropine. Cette dernière base, éthérifiée par l'acide phénylglycolique, fournit la *pseudohomatropine*, qui, elle, ne possède pas la moindre action mydriatique.

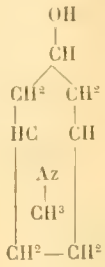
Comme on ne connaissait pas encore les relations d'isomérie géométrique entre la pseudotropine et la tropine, Liebermann pensait que ces deux bases différaient entre elles par la position de l'oxydrile, non dans l'espace, mais dans la molécule, comme diffèrent entre elles les deux formules tropiniques de Merling.

camine, mais la vinyldiacétonalcamine, l'analogie devient complète avec la tropine.

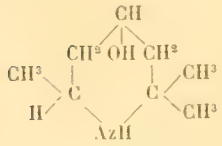
D'une part, la base 137-138°, *forme stable* de la vinyldiacétonalcamine, correspond à la pseudotropine; d'autre part, la base 160° correspond à la tropine et est la forme *instable*.



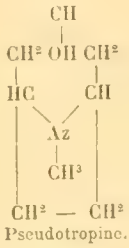
Forme instable de la vinyldiacétonalcamine fondant à 160°.



Tropine.



Forme stable de la vinyldiacétonalcamine fondant à 137°.



Pseudotropine.

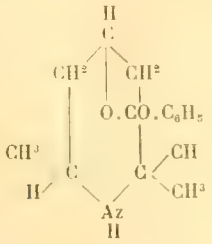
Physiologiquement, les ressemblances sont plus nettes encore.

Méthylée à l'azote, puis éthérifiée par l'acide phénylglycolique, la forme *instable* de la vinyldiacétonalcamine donne l'*euphtalmine*, mydriatique puissant, en tout point comparable à l'homatropine.

Méthylée à l'azote, puis éthérifiée par l'acide phénylglycolique, la *forme stable* donne un éther parfaitement comparable à la pseudohomatropine, en ce sens que l'action sur la *pupille* lui fait complètement défaut.

Enfin, traitée par le chlorure de benzoyle, la vinyldiacétonalcamine *stable* donne un éther possédant, comme la tropacocaïne qui lui correspond, des propriétés anesthésiques très nettes.

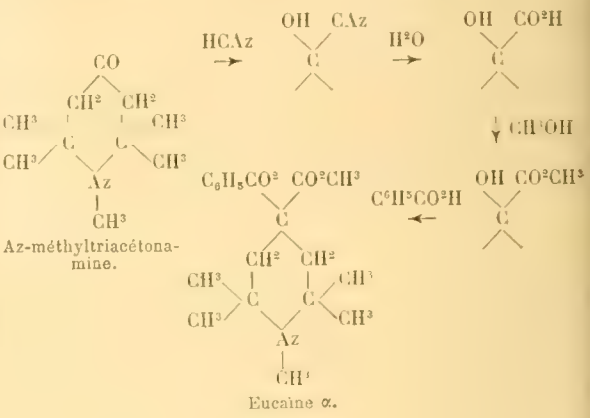
Le chlorhydrate de cet éther est *l'eucaïne* β ou chlorhydrate de benzoylvinyldiacétonalcamine, ou mieux méthyl-α-diméthyl-α'-benzoylpipéridinol :



L'eucaïne β, à laquelle nous aboutissons logiquement, ne fut cependant pas la première en date.

Dès que l'on fut certain des analogies existant entre la triacétonalcamine et la tropine, et entre la tropine et la cocaïne, on s'efforça de réaliser la synthèse d'une cocaïne acétonamique.

Comme toutes les acétones, l'Az-méthyltriacétonamine fixe l'acide cyanhydrique. En saponifiant le nitrile de l'acide-alcool provenant de cette fixation, puis en éthérifiant les fonctions acide et alcool respectivement par l'alcool méthylique et l'acide benzoïque, on obtient l'*eucaïne* α ou benzoylméthyltétraméthyl-λ-oxy-pipéridine-carbonate de méthyle, dont on utilise le sel chlorhydrique :



Az-méthyltriacétonamine.

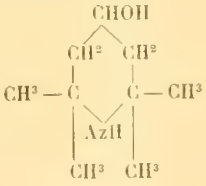
Eucaïne α.

L'eucaïne α possède, comme on le voit, toutes les fonctions de la cocaïne et aussi, malgré les assertions de Gaetano Vinci, tous ses inconvénients, en particulier la toxicité. En outre, elle a d'autres inconvénients : action destructive sur l'épithélium cornéen, douleur après l'injection, etc., — qui lui ont fait rapidement céder la place à l'eucaïne β; celle-ci à son tour a dû s'incliner devant son aînée, la cocaïne, vis-à-vis de laquelle elle n'avait vraiment aucun avantage sérieux.

IV. — Asymétrie et Isomères.

Avant de passer aux autres anesthésiques, il est deux ou trois points intéressants sur lesquels il est utile d'appeler l'attention.

Les prévisions de Fischer touchant les relations de la tropine et de la triacétonalcamine se trouvent encore mieux réalisées, on l'a vu, avec la nouvelle formule de la tropine :



Triacétonalcamine.

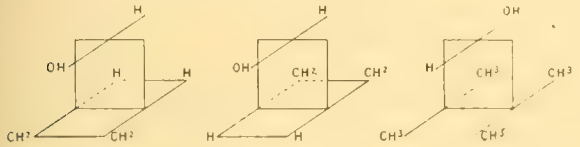
Tropine.

Ces deux formules diffèrent surtout par un point essentiel. La tropine *possède deux carbones asymétriques*, mais la formule entière est aussi symétrique

que celle de la triacétonalcamine; on conçoit donc que la tropine ne possède pas le pouvoir rotatoire.

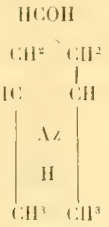
Les deux carbones asymétriques suffisent néanmoins à expliquer que (contrairement à la triacétonalcamine) la tropine puisse exister sous deux formes isomériques cis et trans, l'oxydrile pouvant occuper deux positions différentes par rapport au plan passant par les deux carbones asymétriques et la chaîne. $CH^2.CH^2$. Ce plan peut, en effet, pivoter autour des carbones asymétriques et se trouver à un moment donné au maximum d'éloignement de l'oxydrile et, à un autre moment, au minimum d'éloignement.

Il suffit de jeter les yeux sur la formule schématique de la triacétonalcamine pour se rendre compte que ce corps ne peut avoir d'isomères :



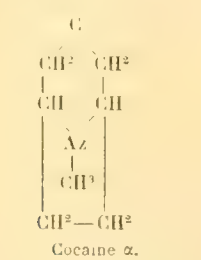
Pseudotropine. Tropine. Triacétonalcamine.

Il serait intéressant d'étudier au point de vue des isomères possibles la *divinylacétonamine* :



qui posséderait, comme la tropine, deux carbones asymétriques, mais il ne semble pas que ce corps soit connu.

Un autre point assez bizarre est le suivant. Willstaetter a préparé la cocaïne α en partant de la tropinone. Cette cocaïne correspond exactement à l'eucaïne α et s'obtient par une méthode identique, c'est-à-dire par l'action de l'acide cyanhydrique, puis de l'alcool méthylique, enfin de l'acide benzoïque sur la tropinone :



Cocaïne α.

Or, elle ne possède par la moindre action anesthésique locale; elle doit pouvoir exister sous deux formes isomériques, et, si elle est inactive, c'est qu'elle dérive peut-être de la tropine et non de la pseudotropine.

Enfin, un dernier point. Tandis que l'isomère géométrique paraît jouer un si grand rôle dans les propriétés physiologiques des eucaïnes et des tropéïnes, l'isomérie optique, au contraire, ne semble avoir aucune influence.

La cocaïne ordinaire est gauche. En chauffant l'ecgonine gauche avec les alcalis, on obtient une ecgonine droite, de laquelle on peut passer à une cocaïne droite[1]. La cocaïne synthétique est racémique. Or, il y a entre ces cocaïnes des différences très peu appréciables, tant au point de vue des propriétés physiques que des propriétés physiologiques.

V. — Autres anesthésiques locaux.

Les autres anesthésiques locaux n'offrent pas, à beaucoup près, le même intérêt théorique que les cocaïnes et les eucaïnes. Mais ils montrent que la propriété anesthésique locale appartient à beaucoup de corps, et, à ce point de vue, il est bon de les connaître.

L'*holocaïne* est le chlorhydrate de paradiéthoxyéthényldiphénylamine :

$$CH^3-C\begin{cases}Az.C_6H_4.OC_2H_5\\ AzH.C_6H_5.O.C_2H_5.HCl\end{cases}.$$

On avait maintes fois remarqué que les antipyrétiques dérivés de l'aniline possèdent une faible action anesthésique. L'union de deux bases de ce groupe renforce cette action.

On obtient l'holocaïne en faisant réagir le trichlorure de phosphore sur un mélange de phénétidine et de phénacétine, ou bien en condensant l'acétonitrile avec la paraphénétidine.

Le chlorhydrate est peu soluble dans l'eau; il est caustique et plus toxique que la cocaïne.

Les *acoïnes* sont des dérivés de l'oxyphénylguanidine. On les obtient en désulfurant par l'oxyde de plomb les thiocarbamates provenant de l'action du sulfure de carbone sur les bases aromatiques dérivées d'éthers phénoliques. Cette désulfuration s'accomplit en présence d'une molécule de base libre, qui entre alors en combinaison :

$$CS^2+2AzH^2C^6H^4.OCH^3=CS\begin{cases}AzH.C_6H_4OCH^3\\ AzHC_6H_4.OCH^3\end{cases}+H^2S$$

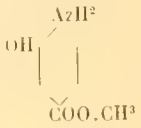
$$C_2H_5O.C_6H_4.AzH^2 \xrightarrow{PbO} = C\begin{cases}Az-C_6H_4.OC_2H_5\\ AzHC_6H_4.OCH^3\\ AzH.C_6H_4OCH^3\ (HCl)\end{cases}.$$

Acoïne.

[1] La cocaïne droite n'est pas l'isomère optique de la cocaïne gauche.

Les *orthoformes* sont des analgésiques locaux d'une espèce particulière, dont l'action s'exerce seulement si on les met en contact direct avec les fibres nerveuses sensitives. Ils n'agissent pas sur la muqueuse saine; il faut donc, pour qu'ils développent tout leur effet, qu'ils soient appliqués sur le derme mis à nu. Ils sont en même temps très antiseptiques.

Leur formule même indique comment on les prépare; ce sont des éthers des acides amino-oxybenzoïques. L'orthoforme ancien :

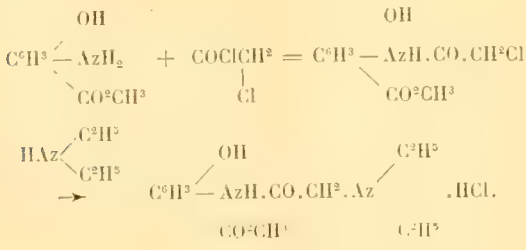


est le *paraaminométaoxybenzoate de méthyle;* son prix élevé lui fit substituer l'*orthoforme nouveau* ou *méta-aminoparaoxybenzoate de méthyle.*

L'orthoforme est très peu soluble dans l'eau; son chlorhydrate est très acide et tout à fait inutilisable, quoique, en injections hypodermiques, il amène rapidement l'anesthésie locale.

Les Allemands, qui sont passés maîtres dans un genre d'exercice auquel ils sont admirablement préparés par leurs recherches sur les matières colorantes, ont essayé de solubiliser l'orthoforme de façon à le rendre applicable dans tous les cas où l'on emploie la cocaïne. C'est à Einhorn que sont dus les plus intéressants résultats dans cette voie.

En faisant agir sur les éthers des acides aminés ou des acides oxyaminés l'acide chloracétique en présence de pyridine et de $POCl^3$, on obtient un produit de condensation qu'il suffit de traiter par la diéthylamine pour avoir le glycocolle correspondant :



Ce corps est la *nirvanine* ou *chlorhydrate de diéthylglycocolle-para-amino-orthooxybenzoate de méthyle.* Voici ce qu'en dit Fränkel (de Vienne) : Facilement soluble; est un peu moins toxique que l'orthoforme. Elle ne produit pas une analgésie profonde. Elle n'est pas utilisable en ophtalmologie, car elle irrite violemment les yeux. Elle agit beaucoup moins que la cocaïne; l'injection est douloureuse et produit des œdèmes, souvent de longue durée.

Les derniers en date des anesthésiques locaux sont ceux de Ritsert, dérivés de l'acide aminobenzoïque, très voisins, par conséquent, de l'orthoforme. L'*anesthésine* est l'éther éthylique de l'acide aminobenzoïque. Son phénolsulfonate est la *subcutine*, soluble dans l'eau, dont on spécialise l'emploi à l'art dentaire.

Il ne reste plus qu'à citer la yohimbine de Spiegel, d'abord préconisée comme aphrodisiaque, et l'*ibogaïne*, découverte par M. Haller, sur lesquelles les expériences cliniques ne sont pas encore assez nombreuses pour qu'on puisse se faire une opinion à leur endroit.

VI. — Stovaïne.

On voit donc que la propriété anesthésique locale appartient à un grand nombre de corps qui, cependant, malgré les inconvénients de la cocaïne, n'ont pas réussi à la supplanter. Une remarque d'un autre ordre qui s'impose aux lecteurs français, c'est que tous les travaux chimiques sur les anesthésiques locaux ont été faits en Allemagne.

Depuis plusieurs années, et pour des raisons sur lesquelles on a souvent insisté, l'industrie allemande a monopolisé la fabrication des produits pharmaceutiques.

Après avoir exposé si imparfaitement les remarquables recherches de Heintz, de Einhorn, de Merling, d'Emile Fischer, de Harries et de Willstaetter, j'oserais à peine parler des miennes si elles ne constituaient pas justement un essai de réaction contre la concurrence allemande et si, en définitive, les résultats pratiques qu'elles ont donnés ne dépassaient notablement leur portée théorique.

L'idée qui m'a guidé est très simple.

Les deux anesthésiques types, la cocaïne et la tropacocaïne, diffèrent l'un de l'autre par la présence, dans la première, d'un groupe carboxylé éthérifié par l'alcool méthylique. La première dérive d'un amino-acide-alcool à fonction aminée tertiaire, la deuxième d'un amino-alcool. J'ai pensé qu'on pouvait essayer de fixer ces divers groupements fonctionnels sur des noyaux plus simples que le noyau pipéridinique, qui imprime toujours à la molécule qu'il supporte un caractère nettement toxique et dont l'influence comme anesthésiophore ne paraît pas prépondérante, puisque plusieurs anesthésiques locaux ne le possèdent pas.

Mes recherches ont donc porté sur les amino-acides-alcools et sur les amino-alcools à fonction aminée tertiaire.

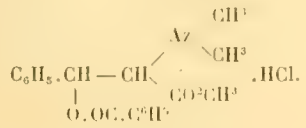
Le plus simple des premiers est l'acide *diméthylaminolactique :* $(CH^3)^2Az.CH^2.CHOH.CO^2H$.

Les difficultés que j'ai éprouvées dans la préparation de notables quantités de ce corps me l'ont

fait rapidement abandonner, et je me suis adressé à l'acide phénylchlorolactique, facile à obtenir en grandes quantités.

L'éther méthylique de cet acide réagit avec facilité sur la diméthylamine pour donner la *diméthylaminophénylactate de méthyle :* $C^6H^5.CHOH.CH[Az(CH^3)^2].CO^2.CH^3$. Cet éther, qui est basique, est très bien cristallisé et fond à 148°. Il n'a pas de propriétés physiologiques bien nettes.

Son dérivé benzoylé s'obtient avec la plus grande facilité, et presque quantitativement, lorsqu'on fait réagir sur l'éther le chlorure de benzoyle en solution dans la pyridine. Son chlorhydrate (F. 200°)



possède toutes les fonctions du chlorhydrate de cocaïne, mais, malheureusement, il est dépourvu de la moindre action anesthésique.

En même temps, j'étudiais les amino-alcools et, dans cette voie, les résultats furent tout de suite si encourageants que j'abandonnais provisoirement les amino-alcools-acides. Les amino-alcools étaient des corps très peu étudiés. On n'en connaissait qu'un petit nombre dans la série grasse et encore moins dans la série aromatique.

La rareté de ces corps était due à la difficulté de leur préparation et à ce qu'on ne soupçonnait pas leur grand intérêt physiologique. Enfin, dès que l'on dépassait un certain niveau de la série grasse, on ne pouvait être sûr de leur constitution.

La réaction de Grignard a mis entre mes mains un certain nombre de chlorhydrines.

Les unes répondent au type $CH^3.C(OH)(CH^2Cl)(CH^3)$; la fonction alcoolique y est tertiaire. Elles ont été préparées par M. Tiffeneau en faisant réagir l'acétone chlorée sur les bromures organo-magnésiens R.MgBr.

Les autres dérivent de l'épichlorydrine et répondent au type : $C^6H^5.CH^2.CHOH.CH^2Cl$ ou $C^6H^5.CHOH.CH^2.CH^2Cl$, peut-être même à un autre type. Elles ont été préparées par Kling; mais, bien avant qu'il n'ait publié le résultat de ses recherches, j'avais pris un brevet pour en garantir la fabrication.

Enfin, j'ai repris l'étude de certaines chlorhydrines de la série grasse, entre autres des chlorhydrines de la glycérine, du glycol, etc., pour voir à quel moment apparaît la propriété anesthésique.

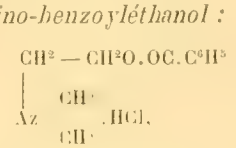
Les chlorhydrines donnent avec la plus grande facilité les amines correspondantes. Au point de vue opératoire, je n'ai rien à signaler.

Tous les amino-alcools que j'ai obtenus bouillent sans décomposition. Les premiers termes sont très solubles dans l'eau et dans tous les dissolvants organiques, et leur solubilité dans l'eau est plus grande à froid qu'à chaud.

Les dérivés benzoylés s'obtiennent par tous les procédés connus : ils sont liquides et distillables sous pression réduite. Leurs chlorhydrates sont très bien cristallisés, très solubles dans l'eau. Leur étude physiologique a été entreprise par M. Billon.

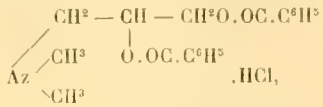
Voici ce qui a été observé, en ce qui concerne l'action anesthésique :

Diméthylamino-benzoyléthanol :



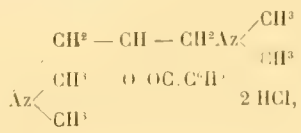
non anesthésique;

Diméthylamino-dibenzoylpropanediol :



nettement anesthésique;

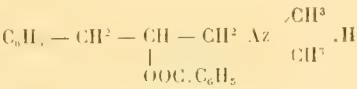
Tétraméthyldiamino-benzoylpropanol :



non anesthésique.

Les suivants, dérivés de l'épichlorhydrine, sont très anesthésiques :

Phényldiméthylamino-benzoylpropanol :

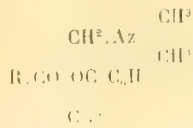


Benzyldiméthylamino-benzoylpropanol;
Anisyldiméthylamino-benzoylpropanol.

Enfin, les derniers, dérivant des chlorhydrines de M. Tiffeneau, ont un pouvoir anesthésique égal, sinon supérieur à celui de la cocaïne.

Il serait fastidieux de les énumérer tous, d'autant plus que, à peu de choses près, ils possèdent les mêmes propriétés physiologiques, dont M. Billon poursuit en ce moment l'étude approfondie.

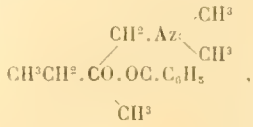
Ils sont construits d'après le schéma :



où R = méthyl, éthyl, propyl, isobutyl, isoamyl, phényl, benzyl.

Parmi ces nombreux dérivés, j'ai choisi, pour des raisons économiques et pour la simplicité de la

molécule, *le diméthylamino-benzoyldiméthyléthylcarbinol :*



dont le chlorhydrate a reçu le nom de *stovaïne.*

La stovaïne se présente sous la forme de paillettes blanches, ressemblant beaucoup au chlorhydrate de cocaïne. Elle est extrêmement soluble dans l'eau, dans l'alcool méthylique et l'éther acétique. L'alcool absolu en dissout le cinquième de son poids. L'acétone la dissout peu. Elle est très légèrement acide au tournesol et neutre à l'hélianthine. Enfin, ses solutions aqueuses sont stérilisables par la chaleur et supportent une ébullition prolongée, ainsi qu'une température de 105° à l'autoclave pendant au moins vingt minutes. Elle fond à 175°.

Des expériences de MM. Launoy et Billon[1] sur les lapins et les cobayes, il résulte que le tableau de l'intoxication stovaïnique (chez les animaux injectés d'emblée de doses mortelles ou fortement toxiques) se rapproche à certains égards (crises toniques et cloniques) de celui de l'intoxication cocaïnique. Il s'en différencie par d'autres côtés : vaso-dilatation périphérique au moment de l'injection, abaissement thermique central. D'autre part, les déterminations comparatives autorisent à dire que, si l'on représente par 1 la dose léthale du chlorhydrate de cocaïne pour le cobaye, la dose léthale de stovaïne sera représentée par 2. De même, si l'on représente par 1 la dose minimum de chlorhydrate de cocaïne produisant des symptômes d'intoxication, celle-ci sera représentée par 3 pour la *stovaïne.* Ces observations ont été confirmées par M. le Professeur Pouchet et M. Chevallier, qui ont fait sur la stovaïne une très intéressante communication à l'Académie de Médecine, au mois de juillet. Au point de vue de l'analgésie locale, les essais de MM. les Professeurs Reclus, Huchard, de Lapersonne, de MM. les Drs Chaput, Sauvez, etc., permettent d'affirmer qu'elle est sensiblement égale à celle de la cocaïne.

On se trouve donc là en présence d'un anesthésique local de constitution très simple, faiblement toxique et doué d'un pouvoir analgésique intense. Ces propriétés réunies le distinguent nettement des autres anesthésiques connus.

VII. — Conclusions.

Est-il possible actuellement d'établir une théorie des anesthésiques locaux? Certes non, mais on peut, dès à présent, faire quelques remarques intéressantes !

Le noyau pipéridinique n'est pas nécessaire. On pouvait en douter, quoi que l'on connaisse tant d'anesthésiques locaux ne le possédant point. On en pouvait douter parce qu'aucun de ces produits n'approchait des eucaïnes et des cocaïnes comme action anesthésique. Jusqu'à preuve du contraire, on pouvait attribuer au noyau pipéridinique, sinon une influence nécessaire, du moins une influence très utile. Cette preuve contraire paraît être faite.

Le groupement acidylé joue un rôle prépondérant. On le retrouve, en effet, sous une forme quelconque dans tous les succédanés de la cocaïne.

La position respective des groupements joue également un grand rôle. Le maximum d'intensité analgésiante paraît être atteint (pour les aminoalcools) avec ceux d'entre eux dont l'oxydrile est fixé sur un carbone tertiaire.

La fonction aminée semble n'avoir d'autre but que celui, extrêmement important, de rendre la molécule basique, de neutraliser, par conséquent, l'acidité du groupe benzoylé et de permettre l'obtention de sels benzoylés solubles et sensiblement neutres.

Voilà, à peu près, l'état de la question des anesthésiques locaux. J'espère avoir ouvert à leur industrie une voie nouvelle, et je serais heureux si mes premières recherches pouvaient créer un mouvement en faveur de l'industrie française des produits pharmaceutiques[1].

Ernest Fourneau,
Chef des Laboratoires de Chimie organique aux Établissements Poulenc frères.

[1] *Comptes rendus*, 1904, mai.

[1] Conférence faite au Laboratoire de Chimie organique de M. le Professeur Haller à la Sorbonne.

Bibliographie.

Généralités et constitution de la tropine et de la cocaïne. — Pictet : *Alcaloïdes.* Edition allemande ou anglaise, revue et corrigée par Wolfenstein. — Brühl : *Alcaloïdes.*

Eucaïnes. — Harries : *Berichte der deutsch. Ch. Gesellschaft*, 16, p. 2237; 17, p. 1797; 29, p. 2732; et *Annales de Liebig* : 294, p. 336; 189, p. 214; 191, p. 124 (Harries donne toute la bibliographie des travaux qui ont précédé les siens); Lipp : *Annales de Liebig*, 294, p. 135; Eickmann : *Berichte*, 25, p. 3069, et 26, p. 1400.

Généralités sur l'action physiologique des anesthésiques locaux (Holocaïne, Orthoforme, Eucaïnes, etc). — Fraenkel : *Die Arznei Mittel Synthèse* (Berlin); Reclus : *L'analgésie localisée par la cocaïne* (dernière édition); Gaetano Vinci : *Eucaïnes. Deutsche mediz. Zeitung*, 1896, n° 34; Pouchet : *Soc. thérapeutique*, janvier et mars 1897.

Stovaïne. — Fourneau : *C. R. Ac. des Sc. de Paris*, février 1904; Billon : *Ac. de méd. de Paris*, 29 mars 1904; Launoy et Billon : *C. R. Ac. des Sc. de Paris*, 30 mai 1904; Gabriel Pouchet et Chevallier : *Ac. de Méd. de Paris*, 5 juillet 1904; Gabriel Pouchet et Chevallier : *Ac. de Méd. de Paris*, 12 juillet 1904; Paul Reclus : *Ac. de Méd. de Paris*, 5 juillet 1904; H. Huchard : *Ac. de Méd. de Paris*, 12 juillet 1904; Chaput : *C. R. de la Soc. de Biol.*, 7 mai 1904; F. de Lapersonne : *Presse méd.*, 13 avril 1904; Sauvez : *L'Odontologie*, 30 avril 1904; Nogué : *Arch. de Stomatologie*, avril et mai 1904; A. Pont : *Lyon médical*, 15 mai 1904.

REVUE ANNUELLE DE BOTANIQUE

I. — Le noyau des organismes végétaux inférieurs.

De nombreux chercheurs ont récemment dirigé leurs travaux sur la question de l'existence et de la structure du noyau chez les organismes végétaux inférieurs et spécialement chez les *Schizophycées* et les *Levures*.

En ce qui concerne les *Bactéries*, l'on se trouve toujours en présence des deux opinions contraires, l'une favorable, l'autre défavorable à la nature nucléaire des granulations contenues dans le cytoplasma de ces organismes. Meyer[1] se prononce pour la nature nucléaire de ces granulations, tandis que Migula[2], Alfred Fischer[3], Macallum[4], Hinze[5] et Massart[6] leur refusent cette signification ou, du moins, contestent la présence d'un noyau chez les Bactéries.

On connaît, d'ailleurs, la manière de voir de Bütschli, qui attribue aux Bactéries un noyau figuré, homologue du noyau des plantes supérieures et occupant la presque totalité du corps cellulaire.

Les opinions sont aussi divergentes sur le noyau des *Cyanophycées*. Lorsqu'on examine à un fort grossissement une cellule vivante de Cyanophycée, on constate que son contenu est différencié en deux parties : une partie périphérique colorée et une partie centrale incolore, nommée le *corps central*. C'est ce corps central qui, dans ces derniers temps, a exercé la sagacité des histologistes, les uns le considérant comme l'équivalent du noyau des plantes supérieures, les autres n'y voyant qu'une portion incolore ou peu différenciée du cytoplasma. Schmitz, en 1879, annonça la découverte, dans la cellule de certaines espèces de *Gleocapsa*, d'une masse centrale, fortement colorable, qu'il prit, non pour un vrai noyau, mais pour un granule chromatique. Scott et Zacharias, en 1887, dans des recherches indépendantes, arrivèrent à la même conclusion : que le corps central est un vrai noyau, qu'il présente une structure réticulaire et qu'il contient de la nucléine; Scott décrivit même, pendant sa division, des stades comparables aux stades mitotiques. Plus tard, cependant, Zacharias revint sur ses premières affirmations et conclut que, malgré la présence de la nucléine, le corps central ne saurait être considéré comme un vrai noyau. La même année, en 1887, Bütschli émit, sur le noyau des Cyanophycées, une opinion semblable à celle qu'il avait déjà formulée sur le noyau des Bactéries, opinion qu'il a renouvelée tout récemment[1]. Fischer, en 1891, contesta les observations de Bütschli et affirma, en 1897, que la cellule des Cyanophycées est dépourvue de noyau, tandis que les recherches de Zukal (1892), de Hieronymus (1892) et de Nadson (1893) étaient plutôt favorables à l'hypothèse. Si nous arrivons aux travaux récents, nous nous trouvons en présence des mêmes résultats contradictoires. Macallum[2] ne nie pas la présence de la chromatine dans le corps central, mais prétend qu'il n'y a rien dans la cellule des Cyanophycées qui ressemble à un noyau. Telle n'est pas l'opinion d'Hegler[3] : il existe un noyau et un seul noyau dans chaque cellule. Ce noyau est formé d'une masse fondamentale et de petits corpuscules qui se comportent vis-à-vis des colorants comme la chromatine et qu'il nomme *corpuscules chromatiques*. Ce noyau ne diffère de celui des plantes supérieures que par l'absence de nucléoles et d'une membrane nucléaire. Au moment de la division, qui est semblable aux mitoses ordinaires, les corpuscules chromatiques se réunissent pour former les chromosomes. Les observations faites par Massart[4], après coloration, *intra vitam*, avec le bleu de méthylène, aboutissent à des conclusions bien différentes. Le corps central, mal délimité vis-à-vis de la couche périphérique, se colore fortement par le bleu de méthylène et est formé, comme l'avait vu Hegler, d'une substance fondamentale moyennement colorée et de granulations qui absorbent le bleu avec une grande énergie. Ce sont là les grains rouges de Bütschli, la chromatine de Nadson, les corpuscules chromatiques d'Hegler. L'auteur ne se prononce pas sur la nature de ces granulations; comme il n'a jamais vu, pendant la division cellulaire, de disposition particulière rappelant une figure caryocinétique, il s'oppose à toute assimilation du corps central à un noyau; les caractères chimiques des granulations seraient inconstants et insuffisamment établis, et les figures caryocinétiques données auraient

[1] Meyer (A.) : *Flora*, 1899, et *Praktikum d. bot. Bakterienkunde*, 1903.
[2] Migula : *Flora*, 1898, et *System d. Bakterien*, 1897.
[3] Fischer (Alfr.) : *Vorlesungen über Bakterien*, 2e éd., 1903.
[4] Macallum (A.-B.) : *Trans. of the Can. Institute*, 1889.
[5] Hinze (G.) : *Ber. d. deutsch. Bot. Ges.*, 1901 et 1903; et *Vorlaufige Mitth. zu der in Inden Wiss. Meersuntersuch.*, 1902.
[6] Massart (J.) : Sur le protoplasma des Schizophytes. *Recueil de l'Institut Botanique*, Bruxelles, 1902.

[1] Butschli : *Archiv für Protistenkunde*, 1902.
[2] Macallum : *Loc. cit.*
[3] Hegler (R.) : *Jahrb. f. wiss. Bot.*, 1901.
[4] Massart : *Loc. cit.*

été obtenues dans des conditions défectueuses de préparation et de reproduction photographique. En outre, l'absence de limites nettes, la vacuolisation du corps central, l'augmentation de son volume, au moment où la cellule passe à l'état de vie ralentie, sont, d'après Massart, autant d'arguments qui doivent faire considérer la cellule des Cyanophycées comme une cellule sans noyau et, par conséquent, comme une cellule profondément différente de celles des autres organismes inférieurs.

C'est là une conclusion grave, peu en harmonie avec les données actuelles de la science et que ne confirment point les travaux plus récents de Kohl et de Wager. Pour Kohl[1], le corps central, toujours unique, est un organe indépendant du cytoplasma; il occupe toujours le centre de la cellule et consiste en une masse peu colorable contenant une substance chromatique plus colorable. Ce corps central ne diffère donc des vrais noyaux que par l'absence d'une membrane et de nucléoles et par sa taille plus considérable. Au moment de la division, la quantité de chromatine augmente, les filaments du réseau s'épaississent et un filament nucléaire devient manifeste. Celui-ci se segmente en un nombre déterminé de chromosomes, qui, comme dans les mitoses ordinaires, se répartissent entre les deux pôles. Le corps central s'étrangle ensuite en son milieu, de sorte que, sous un certain rapport, cette division se rapproche de la division amitotique. Il est donc bien difficile d'échapper à la conclusion que le corps central représente un vrai noyau.

Les résultats obtenus par Wager[2] diffèrent sur certains points des résultats obtenus par Kohl, et ses conclusions, quoique concordantes, sont moins catégoriques. Le corps central est nettement limité du cytoplasme environnant, et, dans certains cas, on trouve à sa périphérie une délicate couche vacuolaire jouant le rôle de membrane. Sa substance consiste en un réseau granuleux plus ou moins régulier. Les granules sont petits et uniformes, sauf un ou plusieurs de taille plus grande. La substance fondamentale du réseau se colore très fortement avec les colorants nucléaires et paraît correspondre à la linine des autres noyaux; les granules eux-mêmes se colorent faiblement dans presque tous les colorants nucléaires. La division est directe; mais, par certains caractères (stade diaster et indication du fuseau), elle se rapproche de la division indirecte. Les caractères suivants rapprochent ce corps central du noyau des plantes supérieures : la présence d'un réseau, sa facile coloration, sa manière d'être vis-à-vis du suc gastrique, la présence du phosphore, la division amitotique, qui ressemble à certains égards à la division des Euglènes, et la présence de granules de chromatine sur le réseau de linine. Par d'autres caractères, le corps central se distingue du noyau des plantes supérieures, et notamment par l'absence d'une vraie mitose, sans parler de la membrane nucléaire et des nucléoles absents. Ce corps central, qui possède certains des caractères des noyaux des plantes supérieures, mais non tous, doit être regardé comme un noyau de structure rudimentaire.

Les résultats obtenus par Guilliermond[1] dans un travail de même nature sur les *Levures* et quelques *Moisissures inférieures* parlent aussi en faveur de l'existence d'un noyau dans ces groupes. L'on sait que, malgré de très nombreuses observations publiées depuis une vingtaine d'années, la question de la structure des levures et particulièrement de leur noyau est restée très obscure. Pour Wager, qui, à un moment, parut avoir résolu ce problème si complexe, le noyau des levures serait réduit à l'état d'une simple vacuole, remplie de granules chromatiques, accompagnée d'un nucléole périphérique. Pour Guilliermond, le noyau existe indubitablement; il correspond au nucléole de Wager et est tout à fait indépendant de la vacuole contenant les granulations dites chromatiques. Ce noyau est toujours unique par cellule et sa structure présente une membrane très nette, un nucléohyaloplasme incolore et tantôt quelques éléments chromatiques disséminés, tantôt un seul chromoblaste. Guilliermond est ensuite amené à discuter la nature des granulations colorées que l'on trouve à côté du vrai noyau et qui ont été décrites par certains auteurs comme des granulations chromatiques. Guilliermond, les assimilant *aux grains rouges de Bütschli*, leur attribue le nom de *corpuscules métachromatiques*, déjà employé par Babès. Après un long historique des opinions émises à leur sujet, l'auteur est amené, par l'emploi de réactifs colorants et chimiques, à leur refuser toute signification nucléaire; il les considère comme des substances de réserve de nature inconnue.

II. — Communications protoplasmiques.

Strasburger[2] publie un important Mémoire sur les communications protoplasmiques chez les végétaux, communications qu'il désigne sous le nom de *plasmodesmes*, pour signifier que le corps tout

[1] Kohl (F.) : *Uber die Organisation und Physiologie der Cyanophyceen*, 1903.

[2] Wager (H.) : The Cellstructure of the Cyanophyceae. *Proc. Roy. Soc.*, 1903.

[1] Guilliermond (A.) : *Recherches cytologiques sur les levures et quelques moisissures à formes levures*. Lyon, 1902.

[2] Strasburger (E.) : Ueber Plasmaverbindungen pflanzlicher Zellen. *Jahrb. wiss. Bot.*, t. XXXVI, 2 pl.

entier des végétaux, même les plus élevés, s'élève, grâce à elles, à une haute unité morphologique. Il s'attache d'abord à démontrer, comme l'avait établi Kienitz-Gerloff, qu'on ne saurait voir dans ces unions protoplasmiques des restes de filaments fusoriaux; il en trouve la preuve dans ce fait que ces unions s'observent entre tissus d'origine différente et pour lesquels on ne saurait invoquer l'intervention de la division cellulaire; il en est ainsi dans le cône végétatif des Phanérogames, où des communications existent entre les cellules de l'épiderme et les cellules de l'assise corticale sous-jacente. Il en est de même dans le Gui, où l'on observe autant d'unions plasmiques entre les cellules épidermiques elles-mêmes qu'entre ces dernières et les cellules de la plante hospitalière. Les communications protoplasmiques ne sont pas primitives; elles s'établissent au moment de l'épaississement secondaire de la membrane, et leur nombre s'explique par la rencontre des prolongements nombreux des protoplastes, rencontre qui n'est pas plus surprenante que la concordance des pores d'une ponctuation. Pour Strasburger, les filaments des communications sont uniquement formés par la couche périphérique du protoplasma. Après avoir démontré l'existence de plasmodesmes dans la plupart des groupes végétaux, après avoir établi que les cils des organismes unicellulaires et des zoospores doivent être considérés comme des communications protoplasmiques, l'auteur arrive à la question encore discutée des tubes criblés. Il partage l'opinion de Tangl et de Kienitz-Gerloff, qui considèrent que les tubes criblés sont un cas particulier des unions protoplasmiques avec plasmodesmes gros et facilement visibles. Quant aux fonctions des plasmodesmes, s'il est généralement admis (Pfeffer, Haberlandt, Olivier, Gardiner, Hill) qu'ils servent à transmettre les excitations, Strasburger pense que, dans bien des cas, ils servent au transport et à l'élaboration des aliments. En étudiant la germination du *Tamus*, l'auteur a vu la dissolution des cellules de l'albumen commencer au contact des plasmodesmes, les canaux de ces communications s'élargir et l'action s'étendre vers la cavité cellulaire; il pense que les plasmodesmes servent au transport des enzymes. Il ne partage pas l'opinion de Kienitz-Gerloff, qui croit que les communications servent à « déménager » le protoplasma de cellule à cellule ou, d'après Miehe et Hotter, le noyau. Strasburger, étudiant les effets de la plasmolyse sur les communications protoplasmiques, a constaté qu'elle les rompt et qu'elles ne se régénèrent pas, même si le protoplasma revient au contact de la membrane. Comment se fait l'union des plasmodesmes de deux cellules voisines? par continuité ou par contiguïté? L'observation microscopique n'apprend rien; mais des raisons fondées sur l'observation des tissus du greffon et du sujet donnent à penser à l'auteur qu'il y a simple contact et que les protoplasmes conservent leur individualité.

Kienitz-Gerloff[1] démontre l'existence de communications protoplasmiques chez les plantes inférieures, Mousses, Hépatiques, Champignons, Lichens, et, avec des réserves, chez les Algues. A l'encontre de Strasburger, il pense que ces plasmodesmes ne sont pas seulement constitués par la couche plasmique superficielle, mais que leur intérieur peut bien être du trophoplasma. Quant à leurs fonctions, les plasmodesmes servent à la propagation des irritations et aussi au transport des substances.

Meyer[2] combat plusieurs des conclusions de Strasburger. Il ne tient pas pour démontré que les prolongements protoplasmiques soient simplement en contiguïté sans être en continuité, et qu'ils ne soient que des dépendances de la couche périphérique; ils représentent plutôt de fins prolongements d'un protoplasme en voie de migration et méritent d'être rapprochés des pseudopodes. Il a été confirmé dans cette manière de voir par ses études sur les Champignons, où les communications protoplasmiques résultent non de la perforation d'une membrane close, mais de la persistance de l'ouverture originelle. C'est par ces ouvertures que se font les migrations protoplasmiques déjà signalées chez les Champignons par Bernhardt et Charlotte Ternetz.

On se demande si c'est par des fusions protoplasmiques compliquées de fusions nucléaires qu'il faut expliquer la singulière découverte faite par Farmer, Moore et Digby[3]. Chez les *Fougères apogames*, dans les régions où se forment les excroissances apogamiques, on trouve des cellules binucléées formées par la migration du noyau d'une cellule adjacente. Les auteurs prétendent avoir observé tous les stades de cette migration et la fusion des deux noyaux amenés au contact. Dans la mitose qui suit cette fusion nucléaire, le nombre des chromosomes est supérieur à celui des cellules génératrices. C'est accidentellement que cette division est suivie de la formation d'un prothalle. L'apogamie serait ainsi une sorte de fécondation irrégulière.

III. — La double fécondation chez les Angiospermes.

Les recherches relatives à la double fécondation

[1] Kienitz-Gerloff : Neue Studien uber Plasmodesmen. *Ber. d. deutsch. Bot. Ges.*, 1902.

[2] Meyer (A.) : Die Plasmaverbindungen und die Fusionen der Pilze der Florideenreihe. *Bot. Zt*, 1902.

[3] Farmer, Moore et Digby : On the cytology of apogamy and apospory. *Proc. Roy. Soc.*, 1902.

chez les Angiospermes s'étendent chaque jour à un nombre de plus en plus grand de familles. On peut, dans l'état actuel de nos connaissances, dresser le tableau suivant des familles où elle a été observée : *Monocotylédones* (Liliacées, Amaryllidées, Orchidées, Graminées, Naïadées, Hydrocharidées); *Dicotylédones apétales* (Juglandées, Casuarinées); *Dicotylédones dialypétales* (Renonculacées, Crucifères, Papavéracées, Résédacées, Malvacées et Cératophyllées): *Dicotylédones gamopétales* (Monotropées, Asclépiadées, Gentianées, Solanées et Composées). Les travaux les plus récents sont ceux de Guignard sur les Solanées et les Gentianées, les Crucifères et l'*Hypecoum*; de Shibata, sur le *Monotropa uniflora;* de Frye, sur les Asclépiadées et le *Casuarina stricta;* d'Ikeda, sur le *Tricyrtis hirta;* de Ernst sur le *Trillium grandiflorum* et le *Paris quadrifolia*, et de Wylie sur l'*Elodea Canadensis*. Guignard[1], tout en constatant que, chez les Solanées, la double fécondation s'accomplit dans les mêmes conditions essentielles que chez les autres plantes où elle a été observée, signale, dans les deux genres qu'il a étudiés, *Nicotiana* et *Datura*, des différences assez importantes. Chez le *Nicotiana*, les noyaux polaires ne sont pas fusionnés avant la fécondation en un noyau secondaire, et les antipodes, qui présentent un développement très marqué, persistent assez longtemps. Chez le *Datura*, au contraire, la fusion des noyaux polaires est complète au moment de la fécondation et les antipodes ont disparu. Dans l'un et l'autre de ces genres, les gamètes, au lieu d'être allongés, vermiformes et souvent fortement contournés, comme chez les Composées, sont relativement courts et faiblement incurvés. La division du noyau secondaire, qui précède la division de l'œuf, est immédiatement suivie du cloisonnement du sac.

Chez les *Crucifères*[2], la fusion des noyaux polaires, quoique tardive, a lieu avant la fécondation; les gamètes mâles ont la forme de petits corps ovoïdes ou très faiblement allongés, paraissant constitués presque entièrement par de la substance nucléaire; c'est à peine si l'on arrive à distinguer, à la périphérie, une mince auréole très peu colorable de cytoplasme propre. La fusion des gamètes mâles avec les noyaux femelles est si rapide qu'il n'est pas possible de les rencontrer à l'état libre. C'est après la formation des quatre premiers noyaux de l'albumen que se produit la division de l'œuf. Chez l'*Hypecoum*[3], Guignard n'a pas eu l'occasion d'observer les noyaux mâles avant qu'ils ne fussent arrivés au contact du noyau de l'oosphère ou du noyau secondaire. Il est vrai que l'auteur avait surtout pour préoccupation d'élucider une anomalie singulière, signalée, depuis longtemps, chez ces plantes par Hegelmaier. L'embryon, en effet, est suspendu à deux cellules volumineuses, qu'Hegelmaier appelle *cellules-supports* et qu'il considère comme les synergides persistantes. Guignard démontre que les synergides se détruisent ici comme chez les autres plantes et que les deux cellules-supports représentent un suspenseur, qui n'offre d'anormal que son volume énorme, exagéré par la petitesse de l'embryon. Ici, comme dans d'autres plantes, ce suspenseur ne concourt en rien à la formation des tissus de la radicule embryonnaire.

Shibata[1] a essayé d'observer sur le vivant la double fécondation dans les ovules du *Monotropa uniflora*, ainsi que l'avait déjà fait Strasburger[2] pour les ovules du *Monotropa Hypopitys*. C'est le seul moyen de savoir si, dans leur transfert jusqu'aux noyaux femelles, les éléments mâles, malgré l'absence de cils, sont doués de mouvements propres. Les recherches de Strasburger semblent démontrer que, pour le noyau mâle qui se fusionne avec le noyau secondaire, le transport se fait par la traînée protoplasmique qui relie ce noyau secondaire à l'appareil sexuel. Shibata ne peut se prononcer sur l'existence de ces mouvements, bien qu'il ait pu suivre quelques phases du phénomène sur le vivant; il n'a noté, en particulier, aucune circulation protoplasmique dans le cordon reliant l'appareil sexuel au noyau secondaire. Mais la plupart de ses résultats ont été obtenus par des coupes après fixation. Les plantes cultivées au laboratoire furent pollinisées artificiellement, les unes en mai, les autres en juin. De singulières différences se sont montrées entre les ovules fécondés en mai et les ovules fécondés en juin. Les seconds montraient les signes de la fécondation trois jours plus tôt que les premiers; aussi, dans les ovules fécondés en mai, les noyaux polaires étaient-ils fusionnés avant leur contact avec le gamète mâle, tandis que, dans les ovules fécondés en juin, ils étaient séparés. Le second gamète mâle s'unissait d'abord au noyau polaire supérieur, le noyau polaire inférieur ne venant les rejoindre que plus tard. L'auteur pense qu'il faut voir dans ces différences une influence de la chaleur. L'œuf ne se segmente qu'après la formation de quatre noyaux d'albumen.

[1] Guignard (L.) : Sur la double fécondation chez les Solanées et les Gentianées (*C. R.*, 1901), et La double fécondation chez les Solanées (*Journ. de Morot*, 1902).

[2] Guignard (L.) : La double fécondation chez les Crucifères. *Journ. de Botanique*, XVI, 1902.

[3] Guignard (L.) : La formation et le développement de l'embryon chez l' « Hypecoum ». *Journ. de Morot.*, t. XVII, 1903.

[1] Shibata (K.) : Die Doppelbefruchtung bei *Monotropa uniflora*. *Flora*, 1902.

[2] Strasburger (E.) : Einige Bemerkungen zur Frage der « doppelten Befruchtung » bei den Angiospermen. *Bot. Zeit.*, 1900.

Frye[1] a également observé la double fécondation chez certaines *Asclépiadées*. Le plus souvent, les noyaux polaires ne sont pas fusionnés au moment de la fécondation. L'un des gamètes mâles s'unit avec le noyau antipodial et l'autre avec l'oosphère; dans un seul cas, l'auteur a pu voir les noyaux polaires fusionnés au moment de la fécondation. Les gamètes sont en forme de croissant. Frye a pu constater qu'après la fécondation l'oosphère reste quelque temps au repos et ne commence à se diviser qu'après le noyau secondaire, qui a déjà donné seize cellules d'albumen.

Chez le *Casuarina stricta*, le même auteur[2] a observé la double fécondation, fécondation de l'œuf et fécondation de l'albumen; de sorte que, si ses observations sont contrôlées, on ne pourra plus admettre, avec Treub, l'hypothèse relative à la formation, chez ces plantes, d'un albumen antérieurement à la fécondation.

Chez le *Tricyrtis hirta*, Ikeda[3] note, en même temps que la double fécondation, une fusion précoce des noyaux polaires et met en évidence le rôle des antipodes comme centre d'absorption, d'élaboration et de transmission des matériaux nutritifs dans le développement du sac embryonnaire.

Ernst[4], tout en signalant la double fécondation chez le *Trillium grandiflorum* et le *Paris quadrifolia*, revient sur les questions relatives à la réduction chromatique et au développement du sac embryonnaire. Il confirme la succession régulière des divisions hétérotypique et homotypique dans l'évolution du sac et nie l'existence d'une réduction qualitative au sens de Weismann. Il prétend avoir observé dans les noyaux des antipodes et dans le noyau polaire inférieur un nombre réduit de chromosomes; mais ce fait est en désaccord avec les résultats obtenus par Guignard chez les *Lilium*, *Fritillaria* et *Tulipa*. Enfin, il note la réalité d'un stade *synapsis* dans la prophase de la division hétérotypique. Cet état particulier, durant lequel le filament est resserré autour du nucléole et appliqué contre la membrane nucléaire, avait été considéré d'abord comme un artifice de préparation; des recherches récentes tendent à montrer qu'il est la traduction d'un stade du développement. D'après Farmer et Moore[5], c'est durant le repos synaptique que se produit la réduction du nombre des chromosomes.

[1] Frye (T.-C.) : A morphological study of certain Asclepiadaceae. *Bot. Gaz.*, t. XXXIV, 1902, p. 389, 413, 3 pl.

[2] Frye (T.-C.) : The embryo sac of *Casuarina stricta*. *Bot. Gaz.*, 1903.

[3] Ikeda : Studies in the physiological fonctions of antipodals and related phenomena of fertilization in Liliaceae. I. Tricyrtis hirta. *Bull. of. Coll. Agr. Tokyo*, p. 41-72, 1902, 4 pl.

[4] A. Ernst : *Flora*, 1902.

[5] J.-B. Farmer et J.-E.-S. Moore : *Proc. Roy. Soc.*, 1903.

Chez l'*Elodea canadensis*, d'après Wylie[1], la double fécondation se fait suivant le mode ordinaire; mais la division du noyau secondaire ne commence que lorsque l'embryon est déjà bicellulaire.

Quant aux questions d'ordre général qui se rattachent à la double fécondation, plusieurs sollicitent encore l'attention des botanistes. Comment le second gamète mâle est-il transporté jusqu'aux noyaux polaires? Les gamètes mâles sont-ils assimilables à des anthérozoïdes et sont-ils doués de mouvements propres? D'après Strasburger et Sargant, les gamètes mâles des Angiospermes ne sauraient être comparés à des anthérozoïdes, parce que ce sont de simples noyaux, sans participation du protoplasma, qui joue un rôle si caractéristique dans les organes reproducteurs des Ptéridophytes. Pourtant, Guignard[2] a décrit, autour des gamètes mâles du *Lepidium*, une mince auréole de protoplasma, et tout récemment Wylie[3] a considéré les gamètes mâles d'*Elodea* comme de véritables cellules, pourvues d'un cytoplasma abondant et limité par une membrane. La présence d'un cytoplasma plaiderait en faveur de l'assimilation de ces gamètes aux anthérozoïdes. Aucune observation ne plaide en faveur des mouvements propres des gamètes mâles; Strasburger, qui a examiné la double fécondation sur le vivant, a constaté que le transport du second gamète mâle est effectué par les courants protoplasmiques du sac embryonnaire.

En ce qui concerne la signification physiologique de la fécondation de l'albumen, les auteurs qui ont émis une opinion restent sur leurs positions. Pour Nawaschin, c'est une véritable fécondation; pour Guignard, c'est une fausse fécondation, c'est-à-dire une fusion de masses inégales de chromatine, qui n'a pas pour but une transmission de caractères héréditaires, mais une accélération de la division du noyau secondaire par association d'énergies; pour Strasburger, c'est une fécondation végétative, c'est-à-dire un stimulus au développement et, dans le cas actuel, une excitation à la reprise de la formation du prothalle, momentanément interrompue. La fécondation génératrice est, au contraire, la transmission des caractères parentaux fusionnés. Une telle transmission n'existe pas dans la copulation des noyaux polaires avec le noyau mâle, et si, dans les xénies, l'albumen montre les caractères paternels, ce n'est qu'une conséquence de la vertu propre du noyau générateur, un argument de plus en faveur de ce fait bien connu, à

[1] Wylie (R.-B.) : *Bot. Gaz.*, 1904.

[2] L. Guignard : La double fécondation chez les Crucifères. *Journ. de Morot*, 1902.

[3] Wylie (R.-B.) : The morphology of *Elodea Canadense*. *Bot. Gaz.*, 1904.

savoir que le noyau est le support des caractères héréditaires.

IV. — La Parthénogénèse.

La Biologie végétale s'enrichit chaque jour de nouveaux cas de parthénogénèse, et ce phénomène, considéré jusqu'ici comme exceptionnel, si, du moins, on le limite au développement de l'oosphère non fécondée, a été démontré grâce à de récents travaux dans presque tous les groupes végétaux. Ce sont d'abord les belles recherches de Sauvageau[1], qui confirment, chez un groupe d'Algues brunes, les *Cutlériacées*, l'existence de la parthénogénèse dans des conditions inattendues et différentes de celles où elle avait été signalée pour la première fois par Thuret. Ce dernier avait observé autrefois, à Saint-Vaast, que le *Cutleria multifida* présente cent individus femelles pour un individu mâle et que la germination des oosphères est toujours parthénogénétique. Au contraire, Falkenberg observa à Naples que les individus mâles sont plus nombreux que les femelles, et que les oosphères ne germent jamais qu'après avoir été fécondées. On aurait pu croire, d'après ces observations, que la rareté des individus mâles était la seule cause de la parthénogénèse. Mais Sauvageau a trouvé à Guéthary plus d'individus mâles que d'individus femelles de *Cutleria adspersa*, et, cependant, dans des cultures nombreuses et variées, il n'a jamais obtenu que des germinations parthénogénétiques. Le facteur relatif à la présence des anthérozoïdes en nombre suffisant se trouvant ainsi éliminé, il est difficile d'échapper à la conclusion que la condition qui provoque la parthénogénèse est une condition externe, climatérique sans doute. Ces conclusions sont, d'ailleurs, bien en harmonie avec les vues actuelles sur la double influence exercée par la fécondation.

En réalité, les recherches de Sauvageau sont dirigées vers un autre but et démontrent qu'entre les *Cutleria*, forme sexuée et dioïque, et les *Aglaozonia*, forme asexuée de la même plante, d'aspect bien différent, il n'existe pas une alternance de générations, régulière et nécessaire, telle que l'avait établie Falkenberg. Les oosphères de *Cutleria* peuvent donner, par leur germination, non seulement un *Aglaozonia* (c'était la règle d'après Falkenberg), mais aussi un *Cutleria*, et dans des conditions impossibles à préciser pour le moment. De plus, le jeune *Aglaozonia* ne tire jamais directement son origine d'une oosphère de *Cutleria*, parthénogénétique ou non; cette oosphère donne d'abord une plantule dressée ou *colonnette*, qui pousse à sa base un *Aglaozonia* et quelquefois à son sommet un *Cutleria*. Mais jamais une colonnette ne pousse ni sur un *Cutleria*, ni sur un *Aglaozonia*; il y a opposition complète entre ces deux formes, opposition confirmée par le mode de multiplication végétative. Un *Cutleria* ne donne jamais par prolifération qu'un autre *Cutleria*, et un *Aglaozonia*, un nouvel *Aglaozonia*. Pour Sauvageau, un *Cutleria* complet est la synthèse de trois genres : le *Cutleria*, ou gamétophyte, l'*Aglaozonia*, ou sporophyte, et la *colonnette*, organe intermédiaire, de genre et de signification inconnus, mais sans doute d'importance phylogénétique considérable.

C'est un genre de Fougères aquatiques, le *Marsilia*, qui, au point de vue qui nous occupe, a été étudié par Nathanson[1], qui a pu montrer expérimentalement l'influence de l'élévation de température sur la formation d'embryons parthénogénétiques. Les macrospores de *Marsilia Drummondii* germent dans les conditions normales, tandis que les microspores ne se développent pas. Les embryons ainsi produits, dans la proportion de 90-100 °/₀, sont réellement issus de l'œuf non fécondé et ne sont pas, comme le croyait Schaw, des embryons adventifs. Les spores de *Marsilia vestita*, semées dans les mêmes conditions, à la température de 17-18° C., ne produisent aucun embryon parthénogénétique. Les substances chimiques paraissent sans influence; par contre, l'élévation de température exerce une influence notable : vers 35° C., on obtient une proportion d'embryons parthénogénétiques égale à 6-10 °/₀ du nombre des macrospores mises en germination. A côté de ces différences spécifiques, on peut noter des différences individuelles marquées; ainsi, sur un lot de spores de *Marsilia Drummondii*, une moitié ne donna presque pas d'embryons parthénogénétiques, tandis que l'autre en donna 7 °/₀ à 18°C., et 29 °/₀ à 35°C. Dans certains sporocarpes, presque toutes les spores donnent un embryon parthénogénétique, quelle que soit la température de germination. La formation des embryons parthénogénétiques est entravée chez le *M. Drummondii* par un abaissement de température; vers 9 à 10°C., leur proportion est beaucoup plus faible que vers 17-18° C.

Chez les *Gymnospermes*, la parthénogénèse vient d'être affirmée par Lotsy[2] dans le *Gnetum Ula*; mais les observations paraissent avoir été faites dans des conditions défectueuses, l'auteur n'ayant eu à

[1] Sauvageau (C.) : Les Cutlériacées et leur alternance de générations. *Ann. Sc. Nat. Bot.*, 1899

[1] Nathanson (A.) : Ueber Parthenogenesis bei *Marsilia* und ihre Abhängigkeit von Temperatur. *Ber. d. deutsch. bot. Ges.*, 1900.

[2] Lotsy (J.-P.) : Parthenogenesis bei Gnetum. *Flora*, 1903.

sa disposition qu'un seul exemplaire, atteint de maladie nucellaire.

Chez les Angiospermes, aux deux cas bien connus de l'*Antemaria* et de l'*Alchemilla*, on doit ajouter ceux du *Thalictrum*, du *Ficus* et des *Pissenlits*.

Désireux d'appliquer aux Phanérogames la méthode expérimentale de Loeb, Overton [1] a choisi une plante dioïque, le *Thalictrum purpuraceum ;* il a isolé des pieds femelles dans la serre de son laboratoire et les a arrosés avec des solutions salines variées en s'opposant à toute pollinisation. D'autres pieds femelles étaient en observation dans le jardin et préservés aussi de la pollinisation. Toutes les plantes du jardin ou de la serre qui survécurent donnèrent des graines. S'agissait-il de graines formées par apogamie ou par parthénogénèse? L'étude morphologique a montré qu'il s'agissait bien d'une véritable parthénogénèse, tant au point de vue de l'embryon qu'à celui de l'albumen. Overton donne du phénomène l'explication suivante : l'oosphère est entourée d'une gaine dense de cytoplasma, et des réactions entre l'oosphère et le cytoplasma qui l'entoure sont rendues évidentes par les changements que l'on observe dans la couche protoplasmique immédiatement en contact avec l'oosphère. Ces changements sont le signe de variations dans la pression osmotique à l'intérieur de l'ovule, variations qui peuvent provoquer la division nucléaire. Ces variations ne paraissent pas résulter de l'emploi de sels minéraux dans la nutrition des plantes élevées en serre, puisque la même parthénogénèse a été observée dans les plantes élevées au jardin; ce mode de reproduction doit être assez fréquent chez les *Thalictrum*.

Il semble bien que Treub [2], dans ses études sur l'embryogénèse du *Ficus hirta*, se soit trouvé en présence d'une véritable parthénogénèse. Depuis longtemps, on soupçonnait la parthénogénèse dans le genre *Ficus*, malgré le rôle attribué aux *Blastophaga* comme agents de la pollinisation. Cunningham, notamment, en étudiant le *Ficus Roxburghii*, était arrivé à cette conclusion qu'il n'est pas possible que les dix à douze milliers d'embryons qui se développent dans une inflorescence femelle soient fécondés par les quelques grains de pollen que peuvent apporter deux insectes et parfois un seul. D'ailleurs, en règle, il ne se développe dans cette espèce ni synergides, ni oosphère, ni antipodes, bien que la formation des embryons ait lieu. C'est pour élucider cette question que Treub a entrepris l'étude du *Ficus hirta*. Le développement du sac embryonnaire est normal, mais les divisions cellulaires qui lui donnent naissance sont si rapides que l'auteur n'a pu constater s'il y a ou non réduction chromatique; l'appareil sexuel et les antipodes se développent suivant la règle, mais l'oosphère est peu distincte des synergides; les noyaux polaires se fusionnent de bonne heure. C'est à ce moment que les femelles de *Blastophaga* pénètrent dans l'inflorescence, chargées de pollen. Ces grains de pollen, en nombre suffisant pour féconder toutes les fleurs femelles de l'inflorescence, germent sur les stigmates et forment de courts tubes polliniques.

Bien que Treub ait examiné plus de 2.750 coupes, faites sur 412 ovules, il n'a pu obtenir la preuve d'une pénétration du tube pollinique jusqu'au sac embryonnaire. Néanmoins, la formation de l'albumen et de l'embryon se poursuit normalement. La seule anomalie observée par l'auteur consiste en ce que, dans la multiplication des noyaux d'albumen, on n'observe jamais de mitoses, ou du moins on n'en observe que des indications, qu'il désigne sous le nom de mitoses réduites ou raccourcies. Treub croit pouvoir conclure de ces faits qu'il y a parthénogénèse, et il résume ainsi son opinion : « Dans notre *Ficus*, il y a trois arguments, de valeur fort inégale, plaidant en faveur de la parthénogénèse. Avant tout, le fait que l'on ne voit pas de tubes polliniques pénétrer dans l'ovule à l'époque où ils devraient s'y trouver; en second lieu, la réduction dans la karyokinèse chez les noyaux d'albumen; et enfin le caractère peu développé de l'appareil sexuel en général et notamment des synergides ». Malgré ces fortes présomptions, Treub n'ose affirmer nettement la parthénogénèse parce qu'il n'a pu observer l'absence de réduction chromatique. La parthénogénèse semble être chez les *Ficus* une acquisition récente; la nécessité de la fécondation pour la formation des fruits se serait perdue, sans doute parce que l'adaptation réciproque des figues et des Blastophages est trop compliquée. « En vue de pareilles éventualités, dit Treub, il y aurait eu un avantage incontestable pour les *Ficus* à aller répondre par un développement parthénogénétique aux piqûres qui, au début, ne faisaient que précéder et annoncer la fécondation par le pollen amené par les insectes. »

Disons, enfin, qu'en faisant l'étude systématique du genre *Taraxacum*, Raunkiaer [1] fut amené à constater l'existence, chez le Pissenlit, d'une véritable parthénogénèse. Ostenfeld avait découvert,

[1] Overton (J.-B.) : Parthenogenesis in *Thalictrum purpuraceum*. *Bot. Gaz.*, 1903.

[2] Treub (M.) : L'organe femelle et l'embryogénèse dans le *Ficus hirta* Wahl. *Ann. Jard. bot. Buitenzorg*, 1903.

[1] Raunkiaer (C.) : Parthénogénèse dans le Pissenlit (en danois). *Kobenhavn. Bot. Tidsskrifft*, 1903.

en 1898, des pieds femelles de *Taraxacum vulgare* au milieu de pieds hermaphrodites, et montré que le *T. paludosum*, ne possédant que des pieds femelles, doit être apogamique. Raunkiaer a croisé des pieds femelles de *T. vulgare* avec le *T. Gelertii* dans le but d'obtenir une forme intermédiaire. Le résultat fut une abondante fructification; mais toutes les graines donnèrent des pieds femelles semblables à la mère, sans trace de *T. Gelertii*. Des pieds de *T. vulgare*, placés dans des conditions qui empêchaient toute fécondation étrangère, donnèrent néanmoins des fruits remplis de graines, qui produisirent une nouvelle génération de pieds femelles. Les mêmes résultats furent obtenus avec le *T. paludosum*. Pour écarter toute cause d'erreur, Raunkiaer eut l'idée de couper avec un rasoir la moitié supérieure des capitules encore en bouton; ainsi la plus grande partie des corolles, les anthères et les stigmates étaient enlevés; il ne restait au-dessus des ovaires que les parties inférieures des corolles, les filaments du pappus et les styles. L'opération réussit et les ovaires se développèrent en akènes, remplis de graines. Il est donc probable qu'il y a parthénogénèse; malheureusement, ces conclusions ne s'appuient sur aucune observation cytologique.

Si des faits précédents on rapproche les faux hybrides de Millardet, qui méritent peut-être d'être interprétés comme des plantes parthénogénétiques, on voit que la parthénogénèse est assez répandue dans le règne végétal et se présente dans des conditions qui apportent une contribution importante aux vues actuelles sur la fécondation.

V. — Théorie statolitique du géotropisme.

C'est avec Frank, Sachs et Ch. Darwin qu'est entrée dans la Physiologie végétale cette notion, aujourd'hui généralement acceptée, que la pesanteur n'agit pas directement sur la plante, comme elle agit sur le fil à plomb tenu vertical par le poids qu'il supporte, mais indirectement à la façon d'un excitant, d'un signal que la plante interprète à son gré ou peut négliger complètement. En ce qui concerne, en particulier, la courbure géotropique des racines, Ch. Darwin n'hésitait pas à avancer, dès 1875, que le sommet de la racine accomplit une fonction semblable à celle du cerveau chez les animaux inférieurs; c'était dire, avec Czapeck, que le mouvement de courbure était comparable, dans une certaine mesure, à un mouvement réflexe, et que l'on devait pouvoir y distinguer un organe de réception de l'excitation due à la gravitation, ou *région sensible*, un organe d'exécution du mouvement corrélatif, ou *région motrice*, ne coïncidant pas nécessairement avec la région sensible, et enfin *un organe de transmission* de l'excitation, de la région sensible à la région motrice, lorsqu'il n'y a pas coïncidence. Et, en effet, Charles Darwin essaya de prouver l'exactitude de ses vues par une expérience un peu primitive, en étêtant les racines; le résultat vérifia l'hypothèse : les racines étêtées avaient perdu la sensibilité à la pesanteur et étaient devenues incapables de s'incurver. On pouvait penser que ces racines n'obéissaient plus à la gravitation, parce que leurs organes sensibles avaient été enlevés, ce qui était réel; mais on pouvait objecter également que l'opération avait endommagé les tissus délicats de la pointe de la racine et que les racines refusaient de s'incurver, parce qu'elles souffraient du traumatisme. Aussi l'hypothèse de Darwin souleva-t-elle des polémiques sans nombre, les unes favorables, les autres défavorables, jusqu'au jour où Pfeffer et Czapeck eurent démontré, par des expériences ingénieuses (1894-1895), que Darwin avait raison, que le sommet de la racine est seul sensible aux excitants externes, et que l'excitation est transmise à cette partie de la racine où se montre la courbure et à une distance qui peut être supérieure à 1 centimètre. Ces expériences de Pfeffer et de Czapeck, qui démontrent en même temps que la région motrice n'est pas sensible, ont été exposées dans cette revue par Mangin [1].

Ces premiers résultats acquis, on a voulu pénétrer plus profondément dans la question, déterminer l'élément sensible à la gravitation, préciser le mécanisme intime de l'excitation géotropique. Sans entrer dans les discussions, encore à l'état aigu, que ce sujet a soulevées entre Noll et Czapeck, nous nous contenterons d'exposer l'hypothèse Nemec-Haberlandt, connue sous le nom de théorie statolitique du géotropisme. Dans des recherches indépendantes, ces deux auteurs ont donné simultanément du mode d'action de la pesanteur une explication concordante, en ce sens qu'ils considèrent que la perception de la pesanteur s'exerce, chez les plantes comme chez les animaux, par des organes sensoriels comparables aux otocystes des animaux inférieurs. Les travaux de nombreux zoologistes ont montré, en effet, que beaucoup d'organes, décrits comme appareils auditifs chez les animaux inférieurs, ne sont que des organes d'équilibration, d'orientation locomotrice, des appareils de perception géotropique. C'est en 1888 que Verworn, pour consacrer cette nouvelle manière de voir, proposa de substituer les termes de statocyste et de statolite aux termes incorrects d'otocyste et d'otolite.

[1] Mangin (L.) : Revue annuelle de Botanique. *Rev. gén. des Sc.* du 15 mai 1896, p. 444 et suiv.

Noll avait déjà émis l'opinion que l'organe de perception géotropique réside dans la couche périphérique du protoplasma des cellules sensibles et se présente sous forme d'une centrosphère avec un centrosome de poids spécifique différent, représenté par le suc cellulaire, conformation concordante avec celle des otocystes. Nemec et Haberlandt apportent une conception différente ; l'organe percepteur de la gravitation est un véritable statocyste, c'est-à-dire une cellule dont les grains d'amidon, obéissant passivement à la pesanteur, représentent des statolites qui viennent exciter par leur poids certaines portions du protoplasma périphérique, lorsque les organes considérés ont été dérangés de leur position d'équilibre géotropique. Chaque organe géotropique possède de nombreux statocystes, qui forment dans les tiges et les pétioles la gaine amylacée (Haberlandt) et dans les racines la columelle de la coiffe (Nemec).

Dans beaucoup de plantes, l'organe de perception géotropique est très différencié et acquiert la valeur d'un véritable organe des sens; ailleurs, les cellules excitables ne se distinguent pas nettement de leurs voisines, et, tout en étant douées d'une autre fonction principale, servent à la perception de la pesanteur, pourvu qu'elles contiennent des grains d'amidon ou des corpuscules plus ou moins lourds. Nemec a surtout étudié le géotropisme des racines et Haberlandt celui des tiges.

Nemec[1] attribue le géotropisme des racines à l'action de la pesanteur sur divers corps figurés, leucites, cristaux, noyaux, grains d'amidon, etc..., contenus en plus ou moins grande abondance dans le suc cellulaire et le plasma de certaines cellules. Ces corps occupent dans les cellules des positions déterminées par leur poids spécifique; en faisant varier la direction de l'organe qui les renferme, ils prennent assez rapidement la position d'équilibre correspondante. Dans les cent cinquante espèces étudiées par Nemec, les organes géotropiques possèdent tous des cellules à corpuscules sensibles, cellules qui font défaut dans les organes jeunes, encore dépourvus de sensibilité géotropique. L'organe de perception de la pesanteur est situé dans la coiffe et représenté par une colonne axile de cellules riches en amidon, ou columelle. Les racines dont la coiffe est coupée perdent leur sensibilité géotropique, qui réapparaît à la régénération des tissus sectionnés. Les racines anormales ou malades, chez lesquelles le géotropisme ne se manifeste pas, sont dépourvues de corpuscules sensibles. La sensibilité géotropique disparaît également d'une racine normale lorsqu'on parvient à éliminer des cellules sensibles les corps figurés à poids spécifique élevé.

Haberlandt[1], qui a étudié plus spécialement les tiges, c'est-à-dire les organes négativement géotropiques, localise dans la gaine amylacée l'organe de perception de la pesanteur. En faveur de son hypothèse, l'auteur constate que cette gaine amylacée ne possède son plein développement que dans les portions de tige nettement soumises au géotropisme et en voie d'allongement vertical; il réfute par là même les résultats de Fischer, qui n'aurait trouvé cette gaine amylacée que chez douze genres sur les cent qu'il a étudiés, pris dans les familles les plus différentes. Fischer n'avait étudié que des tiges ayant achevé leur croissance. Haberlandt n'admet pas, d'ailleurs, l'opinion de Heine, qui considère cette gaine comme un tissu de réserve absorbé par le liber avoisinant, parce qu'il n'y a pas proportionnalité entre ces deux tissus. Il y a cependant des tiges dépourvues de gaine amylacée (*Urtica droïca*, *Euphorbia palustris*, *Ranonculusacer*, *Papaver orientale*, etc.); dans ce cas, il existe des cellules amylacées de situation variable, qui, grâce à la présence de grains d'amidon gros et très mobiles, peuvent remplacer la gaine absente et fonctionner comme organes de perception. Certaines plantes à tiges articulées (Rubiacées, Caryophyllées, Polygonacées, etc.), chez lesquelles Fischer conteste la présence d'une gaine amylacée, présentent cependant des mouvements géotropiques au niveau de leurs nœuds d'articulation. Haberlandt explique, en effet, qu'en dehors des nœuds, c'est-à-dire dans les parties de la tige qui ne sont plus capables de se courber, le péricycle est plus pauvre en amidon et quelquefois en est dépourvu. L'étude de ces dernières plantes est très intéressante, car elle montre bien la spécificité d'action des grains d'amidon du péricycle. Lorsqu'on examine une coupe transversale d'un nœud maintenu depuis quelques heures dans une position horizontale, on constate dans la position des grains d'amidon de l'écorce et de la moelle, d'une part, et de ceux de la gaine amylacée, d'autre part, une différence frappante. Ces derniers sont tous réunis contre la paroi cellulaire tournée vers la terre, tandis que les premiers restent indifférents vis-à-vis de la pesanteur et irrégulièrement répartis. Quelles raisons peut-on donner de cette extrême mobilité des grains d'amidon dans la couche considérée? On ne peut guère invoquer que leur grosseur, leur poids spécifique augmenté par une forte proportion de matières incluses, la grande fluidité

[1] Nemec : *Ber. d. deutsch. Bot. Ges.*, 1902 et 1903; *Jahrb. f. wiss. Bot.*, 1902. — Voir aussi : Haberlandt : *Ber. d. deutsch. Bot. Ges.*, 1900 et 1902; *Jahrb. f. wiss. Bot.*, 1903. Sinnesorgane in Pflanzenreich, 1901. — Noll : Uber heterogene Induction, 1892. *Jahrb. f. wiss. Bot.*, vol. 24; *Ber. d. deutsch. Bot. Ges.*, 1902.

[1] Haberlandt : *Loc. cit.*

du suc cellulaire dans lequel ils sont inclus et leur indépendance vis-à-vis du noyau cellulaire retenu dans une mince couche de protoplasme pariétal.

L'appareil de sensibilité géotropique peut subir une régression, et cette régression explique l'absence de géotropisme dans certaines tiges et dans certaines racines. En ce qui concerne les tiges, il faut faire une place à part aux rameaux des arbres pleureurs, où l'absence du géotropisme est due au poids du feuillage et des fleurs et au peu de développement du bois et de l'appareil mécanique; ailleurs (*Viscum album*), il n'existe pas de gaine amylacée avec grains d'amidon mobiles. Les radicelles de second ordre sont bien connues pour leur faible géotropisme; à cet état correspond une réduction très marquée de l'appareil percepteur. Les radicelles de troisième ordre et les racines crampons ne sont plus géotropiques; aussi les grains d'amidon, ou du moins les grains d'amidon mobiles, font-ils chez elles complètement défaut.

Le seul élément excitable par les grains d'amidon est le plasma périphérique des cellules considérées, ou mieux certaines portions de ce plasma, à l'exclusion des autres. Comme ce plasma revêt les parois de la cellule, on peut y distinguer, comme dans la cellule même, six faces ou parois : deux transversales, distinguées en inférieure ou basiscope et supérieure ou acroscope, deux tangentielles, interne et externe, et deux radiales. A l'état d'équilibre géotropique, dans les tiges orthotropes, les grains d'amidon sont accumulés sur la face transversale basiscope, et, comme leur présence ne provoque aucune réaction, on peut en conclure que cette paroi n'est pas excitable; de nombreuses expériences rendent très vraisemblable que la paroi transversale acroscope n'est pas sensible. Lorsqu'une tige orthotrope est placée horizontalement, les grains d'amidon tombent de la paroi transversale inférieure sur la paroi tangentielle située au-dessous, c'est-à-dire intérieure pour la région supérieure de la tige et extérieure pour sa région inférieure; dans le plan médian parallèle au sol, les grains d'amidon tombent sur les parois radiales. Comme une tige orthotrope, couchée horizontalement, présente sur sa face inférieure une accélération et sur sa face supérieure un retard de croissance, on peut admettre d'abord que l'accélération est produite par la pression des grains d'amidon sur les parois tangentielles extérieures et le retard par la même pression sur les parois tangentielles intérieures. Mais il est plus probable que les parois tangentielles extérieures sont seules sensibles et que le retard de croissance du côté supérieur n'est que la conséquence de l'accélération du côté opposé. C'est ce que semblent montrer les expériences réalisées par l'auteur sur les nœuds de Graminées. Quant aux parois radiales, elles ne sont probablement pas sensibles.

Le même raisonnement, si l'on en renverse les termes, s'applique rigoureusement aux racines; les parois plasmiques transversales et radiales des cellules de la columelle sont dépourvues de sensibilité; des parois tangentielles, seules les parois internes sont sensibles.

L'excitation ainsi produite sur les couches plasmiques est transmise, dans la plupart des cas, aux tissus dont la croissance est influencée par le géotropisme, c'est-à-dire au parenchyme cortical, et, dans certains cas, à la moelle; c'est par les ponctuations des parois tangentielles que cette transmission doit s'effectuer, car le plasma cellulaire y est particulièrement adhérent de part et d'autre de la cloison, qui est traversée par des communications protoplasmiques.

D'autres procédés expérimentaux justifient le rôle de la gaine amylacée dans les organes négativement géotropiques; si, par exemple, on fait disparaître par un traitement approprié l'amidon du péricycle, la sensibilité géotropique disparaît pour ne reparaître qu'avec la régénération de cette substance. Pour obtenir ce résultat, Haberlandt a soumis des tiges à une basse température persistante, qui fait disparaître l'amidon. Si l'on élève ensuite la température, la sensibilité géotropique ne se montre qu'au moment de la réapparition des grains d'amidon. Toutes ces expériences démontrent donc bien que l'excitation géotropique est produite par la pression statique de corpuscules solides.

Ainsi les recherches d'Haberlandt confirment les vues théoriques de Noll et l'hypothèse de Nemec, et c'est déjà, pour cette hypothèse, une singulière force. Si l'on était surpris de la disproportion qui semble exister entre la force des organes qui se courbent et le faible excédent du poids spécifique des grains d'amidon sur celui du contenu cellulaire, il ne faudrait pas oublier que cet excédent n'est que le signal et non la cause même du phénomène.

Plus récemment, Czapeck[1] a critiqué comme trop étroite la localisation de la région sensible des racines, telle que l'a établie Nemec. Czapeck avait déjà découvert, en 1897, dans les pointes des racines excitées géotropiquement, une substance douée d'un fort pouvoir réducteur sur le nitrate d'argent et contenue en bien plus faible quantité dans les racines non excitées. Il assimile maintenant cette substance à un produit d'oxydation de la tyrosine, l'acide *homogentisinique* de Wolkow et

[1] Czapeck (F.) : Stoffwechsel-processe in der geotropischen gereizten Wurzelspitze und in phototropisch sensiblen Organen. *Ber. d. deutsch. Bot. Ges.*, 1902.

Baumann. La quantité d'acide atteint le maximum de 15 °/₀ au moment où la courbure commence à se produire, puis diminue après. On le trouve au dessus de la zone sensible jusqu'à la zone du maximum de croissance. En montrant que l'augmentation d'acide homogentisinique se produit aussi dans une racine placée horizontalement et dont la pointe a été coupée sur la longueur d'un millimètre, Czapeck croit prouver que la columelle ne saurait être considérée comme le seul organe de perception de la pesanteur. L'accumulation de cet acide dans les racines excitées semble due à un empêchement temporaire des oxydases, contrariées sans doute par des anti-oxydases.

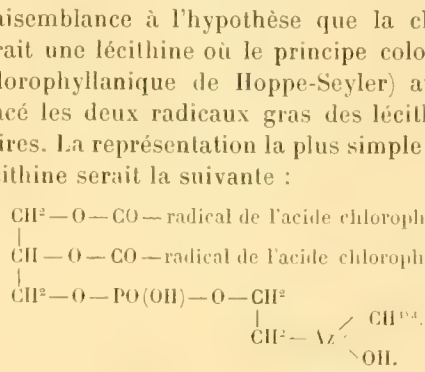
VI. — La chlorophylle et ses fonctions.

§ 1. — Chimie de la chlorophylle.

Peu de questions ont été l'objet d'efforts si persévérants et si multipliés que la chimie de la chlorophylle. Et le dernier mot est loin d'être dit; toutefois, des expériences sans nombre réalisées, des discussions interminables et souvent fort obscures soulevées, quelques résultats clairs et positifs commencent à se dégager, et, parmi ces résultats, la parenté chimique du pigment vert des végétaux et du pigment rouge du sang est certainement l'un des plus instructifs au point de vue de la Biologie générale.

Il est bien démontré aujourd'hui que, si la chlorophylle est le pigment dominant du chloroleucite, elle n'en est pas le seul; on trouve toujours à côté de la chlorophylle une quantité notable d'un pigment jaune, cristallisant bien, la *carotine*, une quantité plus faible d'un autre pigment jaune, amorphe, différant de la carotine, la *xanthophylle*, et sans doute aussi, d'après Schunck et Marchlewski[1], des traces d'un second pigment vert, dont les relations avec la chlorophylle sont insuffisamment connues.

Les premiers physiologistes qui ont étudié la chlorophylle se sont préoccupés avant tout d'obtenir une chlorophylle pure, cristallisée, et qui fut identique à la chlorophylle naturelle. Un tel résultat non seulement n'a pas été atteint, mais il semble bien qu'il ne puisse être obtenu, tant la chlorophylle est facilement altérable. Les substances préparées par Gautier et Hoppe-Seyler, *chlorophylle cristallisée* et *chlorophyllane*, et, d'une façon générale, tous les composés donnés comme conformes au pigment originel, ne sont que des produits d'une altération plus ou moins avancée. Toutefois, les tentatives de préparation de la chlorophylle pure ont amené Hoppe-Seyler à émettre sur la nature de ce pigment une opinion que les travaux récents tendent à confirmer. L'analyse des cendres de la chlorophyllane ayant montré à Hoppe-Seyler une abondance imprévue de phosphore et de magnésium, il crut d'abord à une impureté provenant d'un mélange du corps avec une lécithine. Dans ce cas, l'eau-mère séparée des cristaux de chlorophyllane aurait dû être riche en lécithine; l'examen ne justifia pas une telle hypothèse, tandis que l'étude des produits de dédoublement de la chlorophyllane, choline, glycérine, acide phosphorique, acide chlorophyllanique, l'amenait à considérer la chlorophylle comme une lécithine particulière. Sans parler de la *chlorolécithine* de Stoklasa[1], les recherches de Schunck, de Marchlewski et de Nencki donnent beaucoup de vraisemblance à l'hypothèse que la chlorophylle serait une lécithine où le principe colorant (acide chlorophyllanique de Hoppe-Seyler) aurait remplacé les deux radicaux gras des lécithines ordinaires. La représentation la plus simple d'une telle lécithine serait la suivante :



On ne sait pas encore quelle place revient au magnésium dans cet édifice.

En réalité, les progrès de nos connaissances sur la nature chimique de la chlorophylle sont dus à un changement radical de méthode; les savants actuels, au lieu de s'obstiner dans la recherche de la chlorophylle pure, se livrent à une étude méthodique des produits de sa décomposition. D'un côté, par une dislocation aussi faible que possible de la molécule pigmentaire, ils tentent d'isoler le groupe chromophore et la lécithine qui, par leur union, formeraient la matière colorante; de l'autre, par une destruction beaucoup plus avancée, ils montrent la ressemblance des produits de décomposition de l'hémoglobine et de ceux de la chlorophylle, et ils essaient d'éclairer, par analogie, la constitution de cette dernière.

C'est Frémy qui, le premier, a montré que la chlorophylle cristallisée est dédoublée par les acides en deux principes colorants, l'un vert, la *phyllocyanine*, et l'autre jaune, la *phylloxanthine*. Mais ces corps n'ont été obtenus à l'état de pureté que par Schunck et Marchlewski[2]. Ces deux savants pensent que la phyllocyanine, composé stable, bien cristallisé, à caractère basique faible, représente le

[1] Schunck et Marchlewski : *Bull. int. Acad. Cracovie*, 1900.

[1] Stoklasa (J. : *Sitz. Ber. Wiener Akad.*, 1896.

[2] Schunck et Marchlewski : *Liebig's Annalen*, 1894 et 1895.

groupe chromophore, tandis que la phylloxanthine contiendrait la lécithine plus ou moins intacte. Si l'on traite la chlorophylle par les alcalis, on isole plus facilement le groupe chromophore sous forme d'une substance verte, cristallisée, appelée *alkachlorophylle*[1], ne contenant ni choline, ni glycérine, ni acide phosphorique, ni magnésie. Par une décomposition plus avancée, la phyllocyanine aussi bien, d'ailleurs, que l'alkachlorophylle donnent un produit bien étudié, la *phyllotaonine* $C^{40}H^{40}Az^6O^6$, dans laquelle le groupe chromophore subsiste encore intact, et, qui, d'après Nencki et Marchlewski, doit être considérée comme un dérivé du pyrrol. Enfin, par la décomposition de la phyllotaonine, sous l'influence des alcalis à haute température, Schunck et Marchlewski ont obtenu une substance rouge cristallisable, la *phylloporphyrine*, à laquelle on peut attribuer la formule empirique $C^{16}H^{18}Az^2O$. Nencki avait déjà, en 1896, appelé l'attention sur la ressemblance des formules de *la phylloporphyrine* et d'un produit dérivé de la matière colorante du sang, *l'hématoporphyrine*, $C^{16}H^{18}Az^2O^3$. On sait que le fer, indispensable au verdissement du chloroleucite, n'entre pas du tout dans la constitution de la molécule pigmentaire; l'hématine, ou matière colorante de l'hémoglobine, manifeste la même affinité pour le fer, mais, à l'opposé de la chlorophylle, ce métal fait partie intégrante de l'hématine. Si, par un traitement approprié, on extrait le fer de l'hématine, on obtient l'hématoporphyrine, qui présente la similitude la plus frappante avec la phylloporphyrine. Les deux substances sont à peu près identiques dans leur composition, l'hématoporphyrine contenant cependant un peu plus d'oxygène. Leurs solutions dans l'alcool et dans l'éther donnent la même couleur et la même fluorescence. Leurs spectres d'absorption présentent une ressemblance frappante : pour toutes deux, la solution éthérée montre neuf bandes de largeur et de profondeur identiques, celles de l'hématoporphyrine étant seulement un peu plus vers l'extrémité rouge du spectre. Nencki et Marchlewski[2] ont retiré de la phylloporphine l'hémopyrrol, comme Nencki et Zaleski[3] avaient pu l'obtenir par réduction de l'hémine et de l'hématoporphyrine. Enfin, comme Küster, en partant de l'hémine, Marchlewski[4], par oxydation et en partant de la phylloporphyrine, a pu obtenir l'acide hématinique et l'urobiline. On ne saurait donc mettre en doute la parenté des deux pigments, parenté que Sieber-Schumoff[1] met en évidence dans le tableau suivant :

Hémoglobine	Chlorophylle.
Hémine	Phyllocyanine.
Hématine	Phyllotaonine.
Hématoporphyrine : $C^{16}H^{18}Az^2O^3$.	Phylloporphyrine : $C^{16}H^{18}Az^2O$
Hémopyrrol.	$C^8H^{13}Az$.
Urobiline . .	$C^{32}H^{40}O^7Az^4$.

La ressemblance chimique de ces deux substances, de fonctionnement pourtant si différent, fait penser ou bien qu'elles prennent naissance sous l'influence des mêmes forces, ou bien qu'elles s'édifient l'une et l'autre aux dépens d'une forme déterminée de la molécule albuminoïde. Des recherches ultérieures montreront peut-être que la chlorophylle est susceptible d'entrer en combinaison avec l'acide carbonique, comme l'hématine le fait avec l'oxygène.

Le second pigment, toujours présent à côté de la chlorophylle, est la *carotine*, identique au principe colorant de la carotte. La chimie de la carotine a été surtout étudiée par Arnaud[2]. Tschirch[3], Molisch[4], Tammes[5], ont indiqué diverses réactions qui permettent de la mettre en évidence; tout récemment, Kohl[6] a publié une grosse monographie de la carotine. Arnaud avait montré que la carotine pure est un carbure d'hydrogène coloré, non saturé, répondant à la formule $C^{26}H^{38}$. Elle est très facilement oxydable et perd à la lumière sa couleur rouge orangé; cette oxydation donne sans doute naissance à des produits voisins de la cholestérine, car les relations de la carotine avec la cholestérine sont très vraisemblables. Kohl prétend que la carotine se rencontre dans le chloroleucite à côté d'éthers d'acides gras de la cholestérine, mais il s'élève contre l'opinion que les cristaux de carotine ne seraient que des cristaux de cholestérine teintés par l'absorption d'un pigment. Le spectre de la carotine, qui ne diffère pas de la chrysophylle de Hartsen et de Schunck, ressemble beaucoup à celui de la xanthophylle et est caractérisé par trois bandes d'absorption situées entre les raies F et H. L'étioline paraît être identique à la carotine. D'après Kohl, le jaunissement automnal des organes verts n'est pas dû, comme on l'a dit souvent, à la carotine, qui, à ce moment, diminue en même temps que la chlorophylle; il doit être attribué à un autre pigment jaune, différent de la carotine, et qui paraît correspondre à la xantho-

[1] Hansen : *Die Farbstoffe des Chlorophylls*, 1889. — Schunck : *Proc. Roy. Soc.*, L. — Schunck et Marchlewski : *Loc. cit.* — Marchleswki : *Chemie des chlorophylls*, 1895.
[2] Nencki et Marchlewski : *Ber. Chem. Ges.*, p. 1687, 1901.
[3] Nencki et Marchlewski : *Ber. Chem. Ges.*, p. 997, 1901.
[4] Marchlewski : *Acad. Sc. Cracovie*, 1902.

[1] Sieber-Schumoff : *Munch. med. Wochschr.*, 1902.
[2] Arnaud : *Comptes rendus*, vol. CII et CIV.
[3] Tschirch : *Untersuchungen über das Chlorophyll*, 1884.
[4] Molisch : *Ber. d. deutsch. bot. Ges.*, 1894.
[5] Tammes : *Flora*, 1900.
[6] Kohl : *Untersuchungen über das Carotin und seine physiologische Bedeutung in der Pflanze*. Leipzig, 1902.

phylle. Kohl pense qu'il n'existe aucune connexion chimique ou génétique entre la chlorophylle et la carotine. C'est aussi l'opinion de Schunck[1], qui croit cependant que la carotine se forme dans les mêmes conditions que la chlorophylle, et qui se demande si elle s'élabore indépendamment, ou bien aux dépens d'une des xanthophylles de la feuille. D'après Kohl, la carotine prendrait naissance par déshydratation et réduction de la cholestérine :

$$C^{26}H^{44}O + 3\,O = C^{26}H^{38} + 3\,H^{2}O + O,$$

et jouerait auprès de la chlorophylle le rôle d'un écran protecteur contre une lumière trop vive.

C'est Tschirch[2] qui, le premier, en 1896, a démontré la présence dans le chloroleucite d'un second pigment jaune, qu'il a appelé *xanthophylle*, et qui a été étudié par Schunck[3] en 1899. La composition chimique de ce pigment est d'ailleurs fort obscure, et on ne peut l'obtenir, comme la carotine, à l'état cristallisé. Schunck[4] revient aujourd'hui sur cette question de la xanthophylle, ou plutôt des xanthophylles, car ces pigments sont multiples et forment un groupe de matières colorantes jaunes, présentes dans les fleurs, les feuilles, les fruits, etc., et essentiellement caractérisées par leur insolubilité dans l'eau et leur solubilité dans le sulfure de carbone. Ces pigments transmettent les rayons ultra-violets et donnent, dans la partie la moins réfrangible du spectre, des bandes d'absorption déterminées, qui permettent de les distinguer les unes des autres. Schunck a pu spécifier ainsi trois xanthophylles, qu'il désigne provisoirement par les lettres L, B et Y. Les spectres de ces trois xanthophylles consistent chacun en trois bandes situées entre F et H ; si l'on compare ces spectres les uns aux autres et à celui de la chrysophylle ou de la carotine, on observe que ces bandes présentent un déplacement graduel vers le violet, les bandes de la chrysophylle étant le moins, et celles de la xanthophylle Y étant le plus réfrangibles ; c'est certainement là l'indice d'une parenté. Les trois xanthophylles peuvent être surtout distinguées par les changements que subissent leurs spectres sous l'influence des acides. On trouve dans les feuilles la xanthophylle L, la xanthophylle B et un dérivé acide de la xanthophylle B.

Nous ne savons que peu de chose sur le second pigment vert qui, d'après Marchlewski et Schunck[5], accompagne la chlorophylle et qui a été appelé *allochlorophylle*. Cette allochlorophylle, qui n'a pas été trouvée dans certaines plantes, se distingue de la chlorophylle proprement dite en ce qu'elle ne présente dans le rouge qu'une seule bande d'absorption, dont la situation correspond à peu près à celle de la première bande de la chlorophylle. Peut-être cette observation de Schunck et de Marchlewski vient-elle corroborer l'opinion émise par Etard sur la pluralité des chlorophylles.

Enfin, Kohl[1] a trouvé dans les feuilles jaunes, complètement dépourvues de chlorophylle, du *Sambucus nigra foliis luteis* un nouveau pigment jaune brunâtre, soluble dans l'eau, la *phyllofuscine*, dont l'étude n'a pas encore été faite.

§ 2. — Physiologie de la chlorophylle.

Si l'on excepte une méthode nouvelle imaginée par Timiriazeff pour mesurer la décomposition du gaz carbonique dans la moitié bleue du spectre et une étude plus approfondie de l'efficacité de la feuille comme transformateur d'énergie et des relations qui existent entre l'intensité lumineuse et les processus photo-chimiques de l'assimilation, on peut dire que les travaux récents sur le rôle de la chlorophylle ont surtout mis au premier rang deux faits d'une haute signification physiologique, la facile destructibilité du pigment vert par la lumière et la fluorescence de ses solutions.

L'on savait, surtout depuis les travaux d'Engelmann et les recherches plus récentes de Kohl, qu'il se produit, dans la partie la plus réfrangible du spectre, une décomposition du gaz carbonique et que cette décomposition est faible ; mais la méthode des bactéries, si ingénieuse qu'elle soit, ne donne que des résultats capricieux, et il suffit de rappeler qu'Engelmann a décrit au niveau des rayons bleus un maximum qui n'a pas été retrouvé par Pfeffer. Quant à la méthode de Kohl, fondée sur la numération des bulles gazeuses dégagées par de petites plantes aquatiques, elle est d'une difficile application et donne des résultats peu précis. Timiriazeff[2], dont les recherches n'avaient porté jusque là que sur la moitié rouge, indique aujourd'hui une méthode qui permet de déterminer les effets relatifs des deux moitiés du spectre. Ne pouvant se servir du spectre fourni par le prisme à cause de l'erreur due aux différences de dispersion, ni avoir recours au spectre de diffraction dans lequel l'intensité lumineuse est trop faible pour provoquer la réduction du gaz carbonique, Timiriazeff a eu l'idée d'appliquer la méthode de recomposition du spectre, familière aux physiciens. On combine ainsi l'intensité du spectre prismatique et les avantages du spectre de diffraction, et les résultats gazométriques

[1] Schunck : Group of Yellow Colouring Matters. *Proc. Roy. Soc.*, 1903.

[2] Tschirch : *Ber. d. deutsch. Bot. Ges.*, 1896.

[3] Schunck : *Proc. Roy. Soc.*, 1899.

[4] Schunck : Group of Yellow colouring matters. *Proc. Roy. Soc.*, 1903.

[5] Marchlewski et Schunck : *Bull. int. Acad. Cracovie*, 1900.

[1] Kohl : *Ueber das Carotine...*, 1902.

[2] Timiriazeff (C.) : The cosmical function of the green plant. *Proc. Roy. Soc.*, p. 424, 1903.

sont directement comparables. Un rayon de lumière, réfléchi par un large héliostat de Foucault et condensé sur la fente par une lentille de 25 centimètres de diamètre, était décomposé par un prisme à vision directe et recomposé en deux bandes complémentaires de jaune et de bleu. Les analyses gazométriques faites dans ces deux bandes ont montré à Timiriazeff que, si l'on représente par 100 la quantité d'acide carbonique réduit dans la moitié jaune, l'effet de la moitié bleue est égal à 54. Le résultat le plus important de ces recherches est que l'effet des rayons bleus et violets a été jusqu'ici estimé trop bas. La même démonstration peut être faite en recevant sur une feuille les deux bandes colorées et en faisant ensuite l'épreuve de l'iode. L'effet des rayons bleus et violets, à peine sensible avec le spectre prismatique, est ici très prononcé.

Ce sont Edmond Becquerel d'abord et ensuite Timiriazeff qui, les premiers, ont appelé l'attention sur la fluorescence des solutions de chlorophylle et en ont fait la base des vues actuelles sur le rôle de la chlorophylle comme sensibilisateur. Dans ses recherches sur les relations qui existent entre les effets chimiques produits par la chlorophylle et son absorption par la lumière, le savant russe était resté persuadé qu'il y avait un vice de raisonnement, un anneau manquant entre les prémisses et la conclusion, dans l'opinion exprimée par Jamin, Edmond Becquerel, Lommel et d'autres que la loi d'Herschel s'applique à la feuille verte. La loi d'Herschel dit, en effet, que les effets chimiques sont limités à ces seuls rayons qui sont absorbés par la substance qui subit un changement chimique, et Herschel montra en effet que la chlorophylle subit une décoloration précisément dans ces rayons du spectre qui correspondent aux bandes d'absorption. Dans la réduction de l'acide carbonique, le cas était bien différent : la substance décomposée est un gaz incolore, et la lumière est absorbée par une autre substance, la chlorophylle; il était impossible de voir dans ces phénomènes une application directe de la loi d'Herschel. C'est à ce moment que la belle découverte de Vogel sur les sensibilisateurs optiques vint fournir le lien logique, en l'absence duquel on ne pouvait faire à la chlorophylle une application de la loi précédente, et, dès 1875, Timiriazeff avançait pour la première fois que la chlorophylle joue dans l'organisme vivant le rôle d'un sensibilisateur optique. Lorsqu'on fait tomber sur une solution de chlorophylle un faisceau de lumière solaire, la plus grande partie des rayons se transforme en lumière rouge fluorescente de longueur d'onde BC. Si l'on rapproche ce fait de cet autre, indiscuté, à savoir que les rayons BC sont les plus efficaces dans la réduction du gaz carbonique, il est naturel d'admettre que la chlorophylle transforme les rayons de longueur d'onde plus courte en rayons de longueur d'onde plus grande. En d'autres termes, la chlorophylle sensibilise le chromatophore pour les rayons de courte longueur d'onde, comme une solution d'érythrosine sensibilise une plaque au bromure d'argent pour les rayons de grande longueur d'onde. On ne saurait trouver un argument contre cette hypothèse dans le peu d'efficacité de la lumière bleue au point de vue de la réduction du gaz carbonique. D'abord, ainsi que l'a montré Timiriazeff, cette action est plus efficace qu'on ne l'avait cru jusqu'ici, et, en second lieu, il est bien certain que la plante n'a intérêt à transformer en rayons BC que des rayons éclairants et chargés d'énergie. D'ailleurs, l'influence sensibilisatrice de la chlorophylle a été, tout récemment, appliquée avec grand succès à la photographie des couleurs[1].

L'analogie entre la chlorophylle et les sensibilisateurs peut être poussée plus loin, et l'on peut admettre que la chlorophylle est un sensibilisateur non seulement au sens de Vogel, mais encore au sens d'Abney, d'après lequel un sensibilisateur est un pigment fugitif se détruisant rapidement à la lumière. Que la chlorophylle soit rapidement détruite par la lumière en dehors de l'organisme, les recherches d'Herschel l'ont prouvé depuis longtemps, et une expérience très simple, indiquée par Timiriazeff[2], le prouve facilement : Une plaque recouverte d'une pellicule de collodion teintée avec de la chlorophylle est exposée à la lumière solaire derrière une feuille de fougère ; les parties protégées par la feuille conservent seules leur couleur; tout le reste est décoloré, et l'on peut fixer l'empreinte de la feuille par le sulfate de cuivre. En soumettant de telles plaques aux diverses radiations du spectre, on peut se convaincre que la décoloration est due aux rayons mêmes qui produisent la réduction du gaz carbonique. Quant à la destruction de la chlorophylle à l'intérieur des organes, il est probable que les décolorations observées dans les feuilles vertes et attribuées à la migration des chloroleucites ou à des changements survenus dans leur volume sont dues à l'action de la lumière.

Les sensibilisateurs sont de deux ordres, chimiques et optiques. Les premiers absorbent un ou plusieurs des produits de la réaction ; les seconds absorbent en même temps la radiation. Les sensibilisateurs chimiques étaient connus bien avant les sensibilisateurs optiques, et, en 1871, Timiriazeff avait émis l'opinion que la chlorophylle est un sensibilisateur chimique et que, la rapidité de la dis-

[1] Neuhauss : *Photograph. Rundschau*, 1902.
[2] Timiriazeff (C.) : *Loc. cit.*

sociation de l'acide carbonique dépendant de l'éloignement des produits de la dissociation, la plante agit comme un absorbant, troublant incessamment l'équilibre entre l'acide carbonique et les produits de sa réduction. Il avançait, en outre, qu'il doit exister dans la plante deux modifications de la chlorophylle, correspondant en quelque sorte à l'hémoglobine et à l'oxyhémoglobine du sang. C'est cette dernière hypothèse que Timiriazeff essaie aujourd'hui de vérifier. En traitant une solution de chlorophylle par l'hydrogène naissant, Timiriazeff a obtenu une substance presque incolore, mais de belle couleur pourpre à l'état de concentration élevée, qu'il appelle protophylline et qu'il considère comme un produit de réduction de la chlorophylle; le simple contact de l'oxygène transforme instantanément la protophylline en chlorophylle. Timiriazeff a trouvé cette protophylline, qui ne donne jamais au spectre la bande I, dans les cotylédons de germinations faites dans une obscurité parfaite, et il croit que les décolorations de feuilles sont dues à la substitution de la protophylline à la chlorophylle. Cette hypothèse, qui cadre assez bien avec les idées nouvelles introduites par les travaux récents sur la chimie de la chlorophylle, n'a malheureusement reçu aucune confirmation directe de ces travaux eux-mêmes.

Ayant ainsi montré que la chlorophylle doit être considérée comme un sensibilisateur dans les deux acceptions du mot, Timiriazeff ajoute que c'est un sensibilisateur exceptionnellement adapté à sa fonction, parce qu'il y a coïncidence entre le maximum d'énergie des radiations et le maximum de leur absorption par la chlorophylle. Pour les innombrables sensibilisateurs connus, et sans qu'on en sache la cause, il n'y a pas coïncidence absolue entre le maximum d'absorption de la lumière et le maximum d'effet photographique produit sur une plaque sensible, et ce dernier est déplacé vers le rouge. Acworth prétend que la chlorophylle ne fait pas exception à la règle générale. Mais Timiriazeff, discutant les résultats obtenus par Acworth même, montre qu'un tel défaut de coïncidence ne saurait être admis pour la chlorophylle.

Abordant ensuite l'étude des relations qui existent entre l'énergie totale de la radiation et l'énergie absorbée par la feuille, Timiriazeff confirme les beaux résultats obtenus par Brown et Escombe, à savoir que la quantité d'énergie emmagasinée dans les produits de l'assimilation porte sur une faible proportion de la quantité totale qui a atteint la feuille ; en d'autres termes, la feuille, considérée au point de vue thermodynamique, est une machine à coefficient économique très bas. On sait que les deux principales formes de travail accompli par la feuille sont la vaporisation de l'eau transpirée et la réduction de l'acide carbonique et de l'eau. Dans les expériences de Brown et d'Escombe, une feuille d'*Helianthus annuus*, exposée au soleil d'une belle journée d'août, absorbe et convertit en travail interne 28 °/₀ de l'énergie incidente, 27,5 °/₀ étant employés pour la vaporisation de l'eau et seulement 0,5 pour le travail d'assimilation; à la lumière diffuse, les résultats sont tout à fait différents; la feuille a utilisé 95 °/₀ de l'énergie incidente, dont 2,7 °/₀ ont été employés à l'assimilation.

La singularité de ces résultats a conduit Timiriazeff à étudier, après d'autres, l'influence de l'intensité lumineuse sur la dissociation de l'acide carbonique. Les diverses méthodes qu'il a employées lui ont donné des résultats nouveaux et lui ont montré qu'il n'y a pas proportionnalité entre l'accroissement de l'intensité lumineuse et l'accroissement de l'effet chimique. Le maximum d'effet est obtenu avec « un demi-soleil ». Jusqu'à un certain degré d'intensité, l'effet chimique peut être considéré comme proportionnel à cette intensité; mais, passé ce degré, la réduction d'acide carbonique n'augmente plus.

Avant d'interpréter ces faits, Timiriazeff cherche à montrer qu'il n'y a rien de paradoxal dans le pouvoir que possède la feuille de réaliser à la température ordinaire une dissociation qui ne peut être réalisée dans les laboratoires qu'à de très hautes températures. Il insiste sur le rôle joué par la très faible épaisseur de la couche de chlorophylle qui revêt le chloroleucite et qu'il évalue à 1/10 de micron. Il rappelle que l'on a calculé qu'une feuille de platine de 1/500 de millimètre d'épaisseur pourrait être fondue par la simple exposition à la lumière du soleil, si l'on supprimait le rayonnement, et que l'on augmente la sensibilité des appareils thermoscopiques actuels en diminuant l'épaisseur des parties métalliques absorbantes. S'appuyant, d'un côté, sur les données fournies par la Physique et relatives à la mesure de l'énergie totale de la radiation et de la fraction de cette énergie correspondant au spectre d'absorption d'un chloroleucite unique, et, de l'autre, sur l'épaisseur de la couche de chlorophylle qui revêt ce chloroleucite, Timiriazeff n'hésite pas à évaluer au chiffre énorme de 6.000° l'équivalent thermométrique de l'énergie calorifique accumulée par minute dans la pellicule de chlorophylle, s'il n'y a pas de rayonnement. Bien entendu, il ne saurait être question, dans la feuille, de ces hautes températures, et ce n'est là qu'une image bien faite pour donner l'idée de l'énergie calorifique accumulée en si peu de temps dans un organe si menu et pour montrer l'analogie du travail de la feuille et de la dissociation de l'acide carbonique, réalisée dans les laboratoires. Timiriazeff croit

plutôt (mais cette opinion n'est pas admise par tous les physiologistes) que l'énergie lumineuse se transforme directement en énergie chimique, sans passer par le stade intermédiaire de chaleur. En l'absence d'acide carbonique, l'énergie radiante, ne pouvant plus être transformée en travail chimique, est employée sous forme de chaleur par la chlorovaporisation.

Peut-on expliquer maintenant pourquoi il n'y a pas proportionnalité entre l'accroissement de l'intensité lumineuse et l'accroissement de l'assimilation par la feuille? Timiriazeff, s'appuyant sur la ressemblance des courbes de réduction de l'acide carbonique par la feuille et des courbes de dissociation de l'acide carbonique, telles qu'elles ont été établies par Le Chatelier, avance que cette similitude provient de la même cause : au moment où la réduction de l'acide carbonique cesse de s'accroître, malgré l'accroissement de l'intensité lumineuse, la température dans la pellicule de chlorophylle, ou, pour parler plus correctement, l'énergie accumulée dans le chloroleucite est si élevée que la dissociation de l'acide carbonique est complète. A partir de ce moment, un accroissement d'intensité est sans profit et la courbe reste parallèle aux abscisses. L'énergie non employée dans la réduction du gaz carbonique est utilisée par la chlorovaporisation, que l'on sait être complémentaire de l'assimilation.

Ces considérations amènent Timiriazeff à discuter la valeur des tentatives faites pour obtenir la réduction de l'acide carbonique par des solutions de chlorophylle, en dehors de l'organisme vivant. Récemment, en effet, Friedel[1] a annoncé la possibilité d'une réduction, *post mortem*, de l'acide carbonique. Cet auteur prépare d'un côté un extrait glycériné de feuilles vivantes, de l'autre une poudre verte de feuilles séchées et broyées, additionnée d'eau glycérinée. A la lumière, ces liquides ne donnent lieu séparément à aucune réduction; mais, dès qu'on les mélange, on constate nettement un dégagement d'oxygène. Friedel en conclut que la réduction de l'acide carbonique est accomplie, sans intervention de la matière vivante, par une diastase qui utilise l'énergie des rayons solaires, la chlorophylle fonctionnant comme sensibilisateur. Macchiati[2] confirme absolument les vues de Friedel. Mais de nouvelles expériences, faites en automne, ne donnèrent aucun résultat précis à Friedel[1], qui attribua son insuccès à l'influence de la saison sur l'affaiblissement des processus chlorophylliens. Harroy[2] et Herzog[3], qui ont répété les expériences de Friedel, n'ont obtenu aucune réduction de l'acide carbonique. Ces résultats sont si contradictoires qu'il est impossible de formuler une conclusion sur cette question importante, puisque toute une école de botanistes proclame la nécessité de l'intervention du stroma protoplasmique du chloroleucite dans l'assimilation chlorophyllienne. Si Friedel atténue la gravité de ses conclusions en faisant intervenir une enzyme sécrétée par l'organisme vivant, il faudrait commencer par asseoir sur des bases plus solides la réalité de cette enzyme.

Timiriazeff ne croit pas que ces expériences puissent donner la solution cherchée, parce qu'elles sont faites dans des conditions trop différentes de celles qui sont réalisées dans le chloroleucite. La chlorophylle, dans la mince couche qui enveloppe le leucite, est à un degré de concentration si élevé qu'elle est pratiquement noire. Si l'on prend pour unité la concentration d'une solution d'un centimètre d'épaisseur présentant la couleur vert émeraude et donnant le spectre caractéristique d'absorption, on arrive à ce résultat inattendu que la concentration à l'état naturel est quatre mille fois plus grande; la chlorophylle est presque à l'état solide. Les expérimentateurs se placent donc dans les conditions d'un physicien qui, pour mesurer l'absorption de la lumière par le noir de fumée, emploierait un mélange contenant une partie de noir de fumée et 4.000 parties d'oxyde de zinc. Dans les solutions employées jusqu'à ce jour, la quantité d'énergie concentrée dans la pellicule si menue du chloroplaste est distribuée dans une masse liquide des milliers de fois plus épaisse. Timiriazeff ne pense pas qu'une expérience faite avec une solution de chlorophylle à un très haut degré de concentration puisse donner un résultat positif; mais la chose est possible. Si la chlorophylle agit comme sensibilisateur sur le chlorure et le bromure d'argent, pourquoi perdrait-elle son pouvoir lorsqu'il s'agit de l'acide carbonique? Les différences sont quantitatives, mais non qualitatives.

F. Péchoutre,
Professeur au Lycée Louis-le-Grand.

[1] Friedel : *C. R.*, t. CXXXII, p. 1138-1141, 1902.
[2] Macchiati : *Bull. Soc. Bot. Ital.*, 1901 et *C. R.*, t. CXXXV, 1903.

[1] Friedel : *C. R.*, t. CXXXIII, p. 840-841, 1902.
[2] Harroy : *C. R.*, t. CXXXIII, p. 890-891, 1902.
[3] Herzog : *Zeitsch. f. physiol. Chemie*, 1902.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Laussedat (Colonel A.), *Membre de l'Institut, Directeur honoraire du Conservatoire national des Arts et Métiers.* — **Recherches sur les Instruments, les Méthodes et le Dessin topographiques.** *Tome II, Seconde partie* : **Développement et progrès de la Métrophotographie.** — 1 *vol. in-8° de* 287 *pages, avec* 111 *figures et* 18 *planches* (*Prix* : 13 *fr.*) *Gauthier-Villars, éditeur. Paris,* 1904.

La *Revue* a analysé, au moment de leur apparition, le tome I et la première partie du tome II de cet important ouvrage[1], que le présent fascicule vient heureusement terminer. Aujourd'hui, nous allons passer en revue les progrès de la *Métrophotographie* depuis 1871 jusqu'à nos jours, et nous constaterons mélancoliquement, avec son savant promoteur, que cette méthode, née en France, s'emploie surtout à l'Etranger. En particulier, un architecte allemand, le Dr Meydenbauer, répéta, de 1866 à 1870, les expériences du colonel Laussedat, et la *photogrammétrie* (nom par lequel les auteurs d'outre-Rhin désignèrent le nouveau procédé) joua un certain rôle aux sièges de Strasbourg et de Paris. Dès 1863, le major Porro attirait l'attention des topographes italiens sur le secours que la photographie pouvait apporter à la Géodésie; mais ce fut seulement en 1875 qu'un jeune officier d'état-major, M. Manzi Michele, en se servant d'une chambre noire ordinaire, entreprit le premier, en Italie, de faire des levers topographiques. Puis, le général Ferrero s'intéressa à la question, et, grâce à l'initiative persévérante de l'ingénieur Paganini Pio, qui ne cesse, depuis plus de vingt ans, d'améliorer la construction et l'emploi des instruments, la méthode phototopographique se maintient honorablement de l'autre côté des Alpes. Les premières reconnaissances de terrains effectuées en Autriche-Hongrie, au moyen de la photographie, ne datent que de 1887; mais, après les travaux décisifs exécutés dans la région de l'Arlberg (Tyrol), par les chemins de fer de l'Etat, sous la direction de Vincenz Pollack, les Professeurs Steiner et Franz Schiffner, le colonel baron Hübl et Dolezal perfectionnèrent beaucoup les instruments ou proposèrent d'élégantes solutions de divers problèmes de photogrammétrie. Aux Etats-Unis, le lieutenant Henry-A. Reed répandait les principes de la méthode parmi les élèves de l'Ecole Militaire de West-Point et publiait même un intéressant ouvrage : *Photography applied to Surveying* (1888), tandis qu'au Canada, l'arpenteur général, M. le capitaine E. Deville, popularisait la métrophotographie en l'introduisant dans son service et en imaginant des procédés d'exécution qui en accroissaient notablement la rapidité et l'exactitude.

En Suisse, cependant, malgré les efforts de l'ingénieur S. Simon, qui, grâce à la prise de deux mille photographies, put exécuter un magnifique relief du massif de la Jungfrau (1889), le *Bureau topographique fédéral*, après expériences comparatives de lever d'un même terrain, en se servant successivement de la planchette et de la chambre noire, conclut en faveur du premier appareil. Espérons que ce jugement ne sera pas sans appel! En Russie, au contraire, le Gouvernement chargea M. Thilé d'entreprendre, par la méthode photogrammétrique, des levers d'une grande étendue pour les études de chemins de fer dans la Transbaïkalie, la Transcaucasie et jusqu'en Perse. En Angleterre, bien que le lieutenant-colonel J. Baillie ait préconisé, dès 1869, l'emploi de la photographie dans les reconnaissances militaires, les applications de la chambre noire à des levers réguliers de plans semblent jusqu'ici peu importantes.

En Espagne, on s'intéresse à la phototopographie depuis longtemps, puisqu'en 1862 l'Académie des Sciences de Madrid mettait au concours cette question : « Quel est le meilleur procédé à employer pour appliquer la photographie au lever des plans », et qu'on décernait le prix au Mémoire envoyé par M. Laussedat. Puis, le lieutenant-colonel don Pedro de Zea, l'ingénieur des mines don Juan Pié y Allué, et surtout MM. Ciriaco de Iriarte et Leandro Navarro, par leur remarquable *Topografia fotografica* (1899), montrèrent à leurs compatriotes les fréquentes occasions qu'ils auraient d'utiliser avantageusement ces méthodes dans un pays accidenté comme l'Espagne.

Pendant qu'à l'Etranger s'accomplissait cet utile labeur, la France restait presque indifférente sous ce rapport. Toutefois, le Dr Gustave Le Bon, chargé d'une exploration archéologique des monuments de l'Inde, fit preuve d'initiative au milieu de l'apathie générale. Dans ses *Levers photographiques* (1889), il décrivit une série de procédés ingénieux permettant aux voyageurs d'obtenir des photographies de monuments, susceptibles de mensurations identiques à celles qu'on effectuerait sur les monuments eux-mêmes. Quelques années plus tard, le commandant V. Legros publiait ses *Eléments de Photogrammétrie*. De leur côté, Joseph et Henri Vallot dressaient la carte du Mont-Blanc, en se servant d'abord de la planchette pour la zone située au-dessous de 2.000 mètres; mais ils durent recourir à des vues panoramiques pour « rétablir sur le plan la continuité de la nature ». En dépit de ces succès, la Métrophotographie n'a pas encore obtenu en France ses lettres de grande naturalisation, car « elle exige, comme le constate justement E. Deville, non seulement l'expérience, mais encore l'ensemble des qualités qui font un topographe accompli;... elle ne lui met rien devant les yeux qui lui montre les progrès du lever et les lacunes qui peuvent exister. Il n'a d'autres documents que ses plaques non révélées; chaque fois qu'il en expose une, il doit se rendre compte de ce qu'elle peut fournir, des données qu'il y puisera, des constructions qu'il emploiera, des autres vues qui sont nécessaires et de la manière dont elles se combineront ensemble. Tous les topographes n'ont pas ces talents, et cependant ils sont indispensables ».

Le colonel Laussedat examine ensuite les méthodes et les instruments de dessin, en signalant surtout les innovations proposées, telles que la *trirègle* de Nicholson, qui facilite les constructions graphiques, les *perspectographes* de Hauck, de Hermann Ritter, et le *perspecteur* de Ch. von Ziegler, destinés à la transformation des figures. Enfin, l'érudit académicien traite des reconnaissances *téléphotographiques*, c'est-à-dire faites de stations plus ou moins éloignées, et termine par quelques notes additionnelles sur la photographie en ballon ou par cerf-volant et sur l'application de la stéréoscopie à la construction des plans. Tel est l'ensemble des matières traitées de main de maître par le colonel Laussedat dans ces dernières pages.

En reprenant « au déclin de sa vie » une étude « qui avait été l'une des plus attrayantes de sa jeunesse », il a pu constater, une fois de plus, la justesse du proverbe : Nul n'est prophète en son pays! D'ailleurs, les succès que ses inventions remportent en dehors des

[1] *Revue générale des Sciences*, t. X (1899), p. 637-38; t. XII (1901), p. 811.

petites chapelles de sa patrie ne suffisent-ils pas à consoler le savant géodésien de ses déboires?

JACQUES BOYER.

2° Sciences physiques

Dallmeyer (Thomas R.), *Président de la Royal Photographic Society.* — **Le Téléobjectif et la Téléphotographie.** *Traduction française augmentée d'un appendice bibliographique par* L.-P. CLERC. — 1 *vol. in-8° de* XI-110 *pages avec* 51 *fig. et* 11 *pl.* (*Prix* : 6 *fr.*). *Gauthier-Villars, éditeur. Paris*, 1904.

Ce petit traité nous semble bien fait. La manière dont la théorie, les exemples numériques et les photographies se complètent pour faire ressortir les cas dans lesquels le téléobjectif est plus avantageux que l'objectif ordinaire est tout à fait heureuse.

Deux pages seulement sont consacrées au téléobjectif à amplificateur convergent, cet instrument étant peu utilisé à cause de sa longueur considérable. Le téléobjectif à amplificateur divergent est, par contre, très complètement étudié. Le premier chapitre donne les formules nécessaires pour calculer les constantes de l'instrument, notamment son foyer et son tirage. A foyer égal, le téléobjectif jouit d'un tirage beaucoup plus court. C'est là, comme on sait, son avantage principal.

Dans le second chapitre, la clarté sur l'axe, sa diminution vers les bords, la diffraction, la surface couverte, la distorsion, la perspective et la profondeur du champs sont examinées.

Le troisième et dernier chapitre s'occupe des applications du téléobjectif. Parmi les illustrations instructives qui ornent ce chapitre, nous ne citerons que les deux photographies d'un canard sauvage prises à une distance de vingt mètres, l'une avec un objectif ordinaire, l'autre avec un téléobjectif. Un appendice bibliographique, donnant un résumé des principaux ouvrages sur la matière, termine la brochure.

Le traducteur nous apprend qu'il n'a pas reproduit la théorie des lentilles qui servait d'introduction à l'ouvrage anglais. A notre avis, il a eu raison; mais il aurait peut être dû fournir quelques explications supplémentaires sur certaines parties de l'Optique peu connues en France, notamment sur la théorie de la perspective. Pour cette théorie, M. Dallmeyer s'est appuyé sur les publications récentes de M. von Rohr; mais son exposition est peut-être moins claire dans ce chapitre que dans les autres, et nous craignons que le lecteur peu familiarisé avec la théorie du savant allemand n'arrive pas à s'en former une idée bien nette en lisant l'ouvrage de M. Dallmeyer.

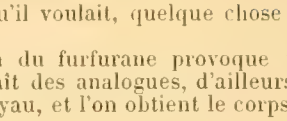
P. CULMANN.

Marquis (R.), *Préparateur à la Faculté des Sciences.* — **Recherches dans la série du Furfurane** (*Thèse présentée à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris*). — 1 *vol. in-8° de* 80 *pages. Gauthier-Villars et Cie, éditeurs. Paris*, 1904.

Le travail de M. Marquis est un des plus intéressants parmi tous ceux qui ont trait à l'histoire de la série du furfurane; c'est, pour ainsi dire, un chapitre classique qu'il va falloir ajouter à l'étude de ce groupe de corps. Et le travail est d'autant plus méritoire que M. Marquis a obtenu non seulement une nouvelle série de corps, mais que sa thèse comporte des conclusions théoriques, fait que les thèses en général ne montrent jamais; car les corps en eux-mêmes n'ont rien d'intéressant; les idées seules qui font avancer la science le sont.

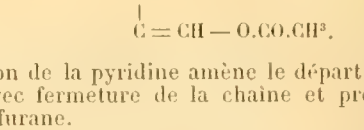
L'idée directrice du travail de M. Marquis était de préparer l'amino-furfurane pour comparer ce corps aux amines grasses et aromatiques. Félicitons M. Marquis de n'avoir point atteint ce but, car nous n'aurions eu très probablement que l'énumération banale d'une quantité de dérivés plus ou moins cristallisés à ajouter à la longue et inutile liste des corps nouveaux. Ayant donc manqué le but, M. Marquis a obtenu, au lieu et place de ce qu'il voulait, quelque chose de bien plus intéressant.

La nitration du furfurane provoque une réaction dont on connaît des analogues, d'ailleurs : celle de la rupture du noyau, et l'on obtient le corps :



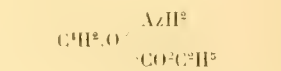
L'action de la pyridine amène le départ d'acide acétique avec fermeture de la chaîne et production de nitrofurfurane.

Le composé primitif, traité dans des conditions particulières par l'eau, l'hydroxylamine, la phénylhydrazine, se transforme en dialdéhyde maléique ou en dérivés de cette dialdéhyde. C'est un nouvel exemple du passage d'un noyau furfuranique à la chaîne longue. Bien plus, si l'on traite la dialdéhyde maléique (ou, plus exactement, la nitroacétine correspondante) par l'hydrazine, on obtient une base bien connue, l'o-diazine :

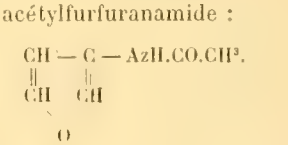


Celle-ci, hydrogénée par le sodium et l'alcool, se transforme en tétraméthylène-diamine, ce qui fournit un moyen de passage du noyau furfuranique à la série succinique.

La réduction du nitrofurfurane ne donne pas trace du dérivé aminé cherché. Par contre, le nitropyromucate d'éthyle, qui s'obtient exactement comme le nitrofurfurane, est susceptible de se transformer en aminopyromucate :



et celui-ci en acétylfurfuranamide :



La base libre n'a pu être obtenue dans aucun cas, vu son instabilité. M. Marquis déduit fort justement des remarques précédentes que le noyau furfuranique est d'autant plus stable qu'il est plus substitué par des radicaux électro-négatifs.

G. BLANC,
Docteur ès sciences.

3° Sciences naturelles

Van den Broeck (Ern.), *Secrétaire général de la Société belge de Géologie.* — **L'étude des Eaux courantes souterraines par l'emploi des matières colorantes** (**fluorescéine**). — 1 *vol.* (*Prix* : 5 *fr.*). *Société belge de Géologie, Bruxelles*, 1904.

Depuis 1878, environ, l'on se sert de la fluorescéine pour étudier les communications qui existent entre les eaux superficielles et les sources. Avant cette époque, on employait principalement le sel marin ou les sels de fer, qu'il était très facile de déceler à l'analyse. La fluorescéine possède cet avantage d'avoir un très grand pouvoir colorant et d'être facilement reconnue dans un tube en cristal d'un mètre, fermé à sa base par un bouchon noirci : le *fluorescope* de M. Trillat.

Dans sa séance du 6 avril 1903, l'Académie des Sciences reçut une Note de MM. E. Fournier et Magnin : « *Sur la vitesse d'écoulement des eaux souterraines* », dans laquelle se trouvait l'énoncé de faits nouveaux. Quelques-uns, à première vue, parurent contestables : de ce nombre étaient ceux qui ont donné lieu, devant

la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie, à la longue discussion que nous analysons. D'après ces auteurs, la fluorescéine serait, de toutes les substances employées pour déterminer la vitesse des eaux souterraines, celle qui s'achemine le moins vite. Le sel marin, l'amidon, les matières en suspension, auraient, dans la nappe souterraine, des vitesses deux à trois fois plus grandes que la matière colorante précédemment citée. Ces faits se trouvaient en désaccord avec les lois de l'Hydraulique, car une substance soluble, comme la fluorescéine, doit faire partie intégrante de l'eau et ressortir aux sources avec la même vitesse que celle-ci.

Sur l'initiative de son savant secrétaire général, M. Van den Broeck, la Société belge de Géologie ouvrit immédiatement une importante discussion sur cette Note et sur l'emploi des substances colorantes dans les études d'Hydrologie souterraine. Le petit fascicule qui vient de paraître renferme les Notes de tous les spécialistes, même étrangers à la Société, qui se sont empressés de répondre à l'appel de M. Van den Broeck. Comme ces débats furent très confus, la Société nomma à la fin un Comité chargé de faire un résumé synthétique de cette question, résumé qui termine le fascicule.

La lecture de celui-ci est fort intéressante. On y trouve toutes les précautions qu'on doit prendre dans ces expériences délicates, et le lecteur pourra se rendre compte de la prudence nécessaire quand il s'agit de conclure. Quelques hydrologues se sont mis à revérifier certaines lois de la propagation de l'eau dans les tuyaux ouverts, au moyen de la fluorescéine, et, de leurs résultats, on déduit que, jusqu'à présent, il n'est pas établi que la fluorescéine s'écoule moins vite que l'eau à laquelle on l'incorpore.

Puis chacun chercha à expliquer les conclusions de MM. Fournier et Magnin. Ici la discussion est bien diffuse; il résulte toutefois des expériences que l'on peut expliquer les retards constatés par MM. Fournier et Magnin de deux façons distinctes :

1° Les expériences ont été faites avec différentes substances, mais à des époques différentes, et l'on sait expérimentalement maintenant, en dehors de toute hypothèse, que le régime hydrologique souterrain est très variable. Une expérience positive peut être négative, si on la répète quinze jours après. Or, MM. Magnin et Fournier n'ayant pas fait, au même endroit et simultanément, des expériences avec différentes substances, leurs conclusions, à ce sujet, sont caduques;

2° Pour des causes très diverses, qui sont exposées dans plusieurs Notes publiées dans ce fascicule, les moyens dont nous disposons pour déceler les réactifs sont encore bien imparfaits. Si les premières portions arrivent trop diluées à la source, elles peuvent passer inaperçues, d'où retard de *vision*, mais non d'*apparition*.

Toute cette discussion n'est pas close; elle demande à être approfondie en utilisant tous les moyens dont l'hydrologue dispose pour ces études.

Il eût été désirable que la Société belge de Géologie, au lieu d'entamer immédiatement une discussion aussi étendue, posât la question d'une façon nette pour provoquer des recherches qui auraient été discutées dans un ou deux ans. Souvenons-nous que cette méthode a déjà donné des résultats. Pasteur réalisa ses magnifiques découvertes en cherchant à se faire une idée exacte de ce qu'on entendait par *génération spontanée*, à la suite d'une question posée par l'Académie des Sciences, qui se trouvait en présence de faits contradictoires. La question, ici, apparaît moins vaste; mais l'intérêt hygiénique en est très grand et mérite l'attention de tous.

Tel qu'il est, le fascicule de M. Van den Broeck est extrêmement utile et doit être dans les mains de tous ceux appelés à employer la fluorescéine : il leur servira de vade mecum unique en son genre. Ils trouveront dans ce petit livre un grand nombre de faits inédits qu'ils chercheraient vainement autre part; aussi nous n'hésitons pas à le leur recommander très vivement.

F. Dienert,
Chef du Service local de surveillance des sources de la Ville de Paris pour les régions de l'Avre, du Loing et du Lunain.

Palacios (G. Delgado), *Professeur à l'Université de Caracas.* — **Contribucion al estudio del Cafe en Venezuela** (Contribution a l'étude du café au Venezuela). — 1 *vol. in-8° de* 96 *pages. Imprimerie El Cojo, Caracas.*

Le café constitue la principale source de richesses du Vénézuéla; il forme, de beaucoup, la partie la plus importante de ses exportations. L'amélioration de la culture du caféier est donc, pour ce pays, une question essentielle, et c'est ce qui a engagé un éminent professeur de l'Université de Caracas, M. G. D. Palacios, formé d'ailleurs à l'Ecole scientifique française, à poursuivre depuis de nombreuses années l'étude du développement de cet arbuste.

Un fait domine la culture de la plante : les jeunes pousses de caféier, cultivées au Vénézuéla à l'ombre de grands arbres de la famille des Légumineuses, voient bientôt leur racine primaire profonde s'atrophier, pour être remplacée dans ses fonctions par un réseau de racines latérales superficielles. L'existence de ce phénomène, d'abord contesté, a été définitivement établie par l'auteur.

L'ombrage a une grande importance pour la culture du caféier : il augmente l'humidité relative de l'air, diminue sa température, retarde le dessèchement du terrain, en un mot transforme favorablement les conditions climatériques ambiantes. Mais il a un autre avantage. Les arbres ombrageants, constitués presque uniquement par des Légumineuses, fixent une partie de l'azote atmosphérique et accumulent, principalement dans leurs feuilles, une grande quantité de matières fertilisantes. Les feuilles forment en tombant d'épaisses couches qui, en se décomposant, enrichissent la partie superficielle du terrain et contribuent puissamment à la nutrition du café par ses racines superficielles. L'auteur a reconnu, par de nombreuses analyses, que la quantité de principes fertilisants ainsi ramenés au sol est de six à douze fois supérieure à celle que le caféier lui enlève pour la production de ses graines. Il y a lieu toutefois, pour faciliter la décomposition intégrale des feuilles, d'ajouter au sol une certaine proportion de calcaire.

L'ouvrage se termine par des considérations économiques et le calcul des frais de culture, de cueillette et de préparation du café. Le livre a plus qu'une portée locale : c'est une très importante contribution générale à l'étude du café, dont les agriculteurs d'autres pays pourront tirer parti. L. B.

Löwenthal (N.). — *Professeur d'Histologie à l'Université de Lausanne.* — **Atlas zur vergleichenden Histologie der Wirbeltieren nebst erlaüterndem Texte.** — 1 *vol. in-4° avec* 51 *planches renfermant* 318 *figures* (*Prix* : 45 *fr.*). *S. Karger, éditeur, Berlin*, 1904.

Cet atlas a été composé d'après les préparations personnelles de l'auteur, qui en a dessiné les figures. Les légendes très détaillées annexées aux planches sont plus qu'une simple explication de figures et forment un véritable texte explicatif. L'atlas se rapporte principalement à l'histologie générale des tissus, et il y est peu question de l'histologie spéciale des organes. Les figures sont dessinées avec le plus grand soin et ont un air de sincérité histologique très remarquable; elles auraient gagné à être plus accentuées au tirage. L'atlas de M. Löwenthal rendra certainement de très grands services et sera consulté avec profit.

A. Prenant,
Professeur à l'Université de Nancy.

4° Sciences médicales

Laveran (A.), *Membre de l'Institut, membre de l'Académie de Médecine.* — **Prophylaxie du Paludisme.** — 1 *vol. in*-16 *de* 210 *pages de l'Encyclopédie scientifique des Aide-mémoire* (*Prix* : *broché*, 2 *fr.* 50; *cartonné*, 3 *fr.*). *Masson et Cie, éditeurs, Paris*, 1904.

Un livre de M. Laveran sur le paludisme n'a nul besoin d'être présenté et encore moins d'être recommandé. Celui qu'il publie aujourd'hui renferme, sous un petit volume, un résumé extrêmement clair et précis de nos connaissances sur la prophylaxie du terrible fléau de la zone tropicale.

Une première partie traite des bases scientifiques de cette prophylaxie. Elles sont, à l'heure actuelle, solidement et, on peut dire, définitivement assises : l'hématozoaire de Laveran a pour second hôte un moustique du groupe *Anopheles*; les Anophèles sont les agents de la propagation de la maladie, et il est très probable que la propagation se fait toujours par cette voie.

Une deuxième partie traite en détail des mesures, nombreuses et variées, efficaces pour se défendre contre le paludisme. On peut les résumer ainsi : « Détruire les moustiques quand cela est possible, se protéger en tous cas contre leurs piqûres, employer largement la quinine pour prévenir l'infection ou pour la guérir quand elle existe. Suivant les circonstances, suivant les conditions particulières aux localités et aux individus qu'il s'agira de protéger, conditions qui devront toujours être étudiées avec beaucoup de soin, telle ou telle des mesures prendra plus ou moins d'importance ».

Nulle lecture ne peut être d'une plus grande utilité à celui qui va en pays palustre, et principalement dans une contrée tropicale. Il y puisera les règles de son hygiène individuelle et, s'il a charge d'âmes, il saura en faire profiter tous ceux sur qui s'étend son action, et en particulier les indigènes. A cet égard, le livre de Laveran peut et doit rendre les plus grands services dans toutes nos colonies. On ne peut que s'incliner devant les faits scientifiques, surtout exposés avec une aussi haute autorité; on serait coupable de se refuser à en appliquer les conséquences pratiques.

Ce livre doit être aussi recommandé pour celles de nos colonies insulaires que le paludisme épargne, mais qui sont décimées par la filariose. On pourra encore y puiser les règles de la prophylaxie contre la fièvre jaune. En un mot, il sera un guide indispensable partout où : Guerre aux moustiques ! doit être le premier article du code d'hygiène générale. Cette guerre a donné à Cuba et donne en ce moment même à Rio-de-Janeiro de trop brillants résultats contre la fièvre jaune; elle a fourni en maints pays des résultats antipalustres trop encourageants pour qu'elle ne se généralise pas partout où sévissent les maladies propagées par les moustiques. La *Prophylaxie du Paludisme* contribuera puissamment à vaincre les résistances et à avoir raison de l'apathie, si compréhensible, mais aussi si pernicieuse en pays tropical.

F. Mesnil.
Chef de Laboratoire à l'Institut Pasteur.

Morache (G.), *Professeur de Médecine légale à la Faculté de Médecine de Bordeaux.* — **Naissance et Mort. Etudes de Socio-biologie et de Médecine légale.** — 1 *vol. in*-16 (*Prix* : 4 *fr.*). *F. Alcan, éditeur. Paris*, 1904.

En analysant, il y a deux ans, le livre de M. Morache sur le Mariage, nous avons indiqué la manière très personnelle et éminemment instructive dont le savant professeur de Bordeaux expose les sujets qu'il a à traiter. Nous pouvons en dire autant du livre qu'il vient de publier sur la Naissance et la Mort.

Dans ce livre, il a tenté de rapprocher la naissance de la mort, d'en faire comme les deux pôles de notre existence. Pour remplir ce programme, il a été obligé de rompre avec les façons classiques et d'éclairer son sujet par des faits tirés de l'Histoire, de l'Anthropologie et de la Sociologie. Cela étant, son livre, tout en s'adressant plus particulièrement aux médecins, peut certainement intéresser et instruire le grand public.

C'est ainsi que, dans le premier chapitre, consacré au nouveau-né, M. Morache étudie successivement l'atavisme et l'hérédité, l'instinct maternel, l'éducation dans la famille. Et si, redevenant professeur de Médecine légale, M. Morache nous expose les signes de viabilité, le cri initial, l'état de la peau et des viscères, etc., le sociologue reparaît aussitôt dans les chapitres consacrés à l'adultère et au désaveu, à la psychicité des bâtards, à la recherche de la paternité, etc. Je ne puis m'empêcher de signaler ici d'une façon très particulière l'étude de M. Morache sur l'origine des noms propres.

La partie du livre consacrée à l'étude de la mort est tout autant instructive et non moins intéressante, puisque M. Morache nous documente très solidement sur la crainte de la mort, sur l'état mental des agonisants, sur la disparition de l'individualité biologique, etc.

L'esprit de ce livre est fort curieux et témoigne d'une très grande largeur d'esprit chez l'auteur. « Nous avons cherché, écrit-il, à toujours rapprocher les questions biologiques des questions d'ordre social et philosophique. C'est ainsi que, à propos de *Naissance* et *Mort*, phénomènes biologiques, corrélatifs et presque similaires, nous avons pu entrevoir ce but, prochain peut-être : la Science et la Foi, enfin réconciliées de leur apparentes divergences, marchant d'accord, dans de communes conceptions, vers un idéal également poursuivi, la vérité, l'Immanente Vérité. »

Dr R. Romme.
Préparateur à la Faculté de Médecine de Paris.

5° Sciences diverses

Lubac (Em.), *professeur agrégé de Philosophie au Lycée de Constantine.* — **Esquisse d'un système de Psychologie rationnelle** (*Préface de* M. H. Bergson, *membre de l'Institut, professeur au Collège de France*). — 1 *vol. in*-8° *de* XVI-248 *pages.* (*Prix* : 3 *fr.* 75). *F. Alcan, éditeur, Paris*, 1904.

Il serait injuste de se montrer trop sévère pour ces leçons d'un jeune professeur qui, vivement épris des idées de M. Bergson, semble avoir voulu les adapter à l'esprit de ses élèves. Mais il faut bien reconnaître que son livre n'ajoute rien à la doctrine exposée dans l'*Essai sur les données immediates de la conscience* et dans *Matière et Mémoire*. C'est le résumé d'un cours intéressant et suggestif, mais ce n'est pas une œuvre qui permette de juger son auteur. On ne peut pas même dire que cet ouvrage démontre la fécondité de la méthode « intuitive » et rationnelle que l'auteur, ainsi que son maître, oppose à la méthode expérimentale : l'espace restreint dont il disposait pour traiter toutes les questions psychologiques ne lui a pas permis de développer toutes ses idées. Pour la même raison, et aussi pour une raison d'ordre pédagogique dont la valeur est très contestable, M. Lubac a réduit, sinon supprimé, la discussion des thèses contraires à la sienne. Il nous semble que cette discussion est indispensable si l'on veut développer l'esprit critique, c'est-à-dire l'esprit philosophique des élèves. M. Lubac voudrait-il donc prêcher comme un dogme l'orthodoxie bergsonienne? Assurément non. Lui-même n'adopte pas toutes les thèses de son maître : par exemple, il refuse d'admettre avec lui l'existence de phénomènes psychologiques inconscients, au risque de rendre fort difficile l'explication de la mémoire. Mais le cas est exceptionnel : très modestement, il se borne, en général, à classer, selon les rubriques du programme scolaire, les idées de M. Bergson; il est le Wolf de ce nouveau Leibnitz.

Paul Lapie,
Chargé de cours à la Faculté des Lettres de Bordeaux.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 29 Août 1904.

1° Sciences mathématiques. — M. **F. Riesz** communique ses recherches sur la résolution approchée de certaines congruences. — M. **H. Perrotin** a observé les chutes de Perséides, du 9 au 14 août, à l'Observatoire du mont Mounier. Elles ont été particulièrement nombreuses, avec un maximum dans la nuit du 11 au 12, entre 1 h. et 3 h. du matin.

2° Sciences physiques. — M. **E. Ariès** démontre, en partant de la théorie des solutions diluées, la loi de la constance de l'abaissement moléculaire du point de congélation, énoncée d'abord par Raoult comme résultat empirique de ses recherches expérimentales. — M. **Roche** a observé un coup de foudre globulaire à Autun le 16 juillet; il semble que le paratonnerre soit sans action sur celle-ci. — M. **G. Friedel** expose une théorie des macles qui découle de l'explication donnée par Mallard des macles par mériédrie. — M. **Balland** a constaté que les altérations des farines sont enrayées par le froid et que ces denrées pourraient être parfaitement conservées dans des frigorifiques aménagés de façon à éviter leur hydratation.

3° Sciences naturelles. — M. **H. Ricome** a reconnu que le passage de la racine à la tige chez l'Auricule est un raccord établi secondairement, raccord qui s'effectue de façon différente suivant les circonstances. La tige s'édifie manifestement par la concrescence des feuilles. — MM. **P. Mazé** et **A. Perrier** ont constaté que les plantes vertes sont capables d'assimiler les sucres, comme les champignons et les microbes.

Séance du 5 Septembre 1904.

1° Sciences physiques. — M. **K. R. Johnson** présente un interrupteur à vapeur agissant par l'effet de l'échauffement Joule. — M. **G. Friedel** poursuit l'exposé de sa théorie des macles. — M. **P. Lemoult** a constaté que l'iodure mercurique dissous dans l'eau en présence de KI constitue un réactif très sensible pour déceler la présence des trois gaz PH^3, AsH^3, SbH^3, qui le réduisent. Il se forme de suite un précipité cristallin très caractéristique, jaune orangé, brun clair ou brun noir. — M. **A. Valeur** a reconnu que le corps obtenu par MM. Dilthey et Last dans l'action de l'oxalate de méthyle sur le bromure de phényl-magnésium est la benzopinacone, et non pas la β-benzopinacoline. — M. **M. Tiffeneau** a réalisé la synthèse de l'estragol en faisant agir le bromure d'allyle sur le bromure de *p*-anisylmagnésium.

2° Sciences naturelles. — M. **J. Dauphin** a observé, chez le *Mortirella polycephala*, que le glucose, le lévulose et le galactose favorisent l'apparition des sporanges et provoquent la formation des œufs; le lactose et le saccharose donnent seulement des sporanges et des chlamydospores; la maltose et la mannite donnent uniquement des chlamydospores. — M. **N. Vaschide** a constaté qu'il existe un rapport extrêmement étroit entre la sensibilité tactile et la circulation sanguine.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BERLIN

Séance du 28 Juillet 1904.

M. **Em. Fischer** présente une communication sur la synthèse des polypeptides. Après avoir décrit les nouvelles méthodes ayant conduit à la synthèse de ces matières, l'auteur fait remarquer leurs grandes analogies avec les peptones naturelles, au point de vue des réactions chimiques aussi bien que pour les phénomènes qu'ils présentent vis-à-vis des ferments. — M. **H. Warburg** rend compte des expériences que M. **Lilienfeld** vient de faire, dans son laboratoire, sur l'analyse spectrale de l'argon. C'est un fait bien connu que la sensibilité au point de vue de l'analyse spectrale n'est point diminuée par la présence de substances étrangères dans le cas des métaux légers, tandis que l'azote, l'hydrogène, l'argon, l'hélium, etc., présentent des phénomènes nettement différents sous ce rapport; ainsi la vapeur de mercure, même dans des proportions peu considérables, suffit à diminuer dans une mesure notable l'éclat des spectres de l'azote et de l'hydrogène, et même à les faire disparaître. Or, d'après les recherches de M. Lilienfeld, la sensibilité de mélanges pareils, par rapport à l'analyse spectrale, peut être accrue dans une grande mesure en employant, au lieu des effluves, d'autres formes de décharge électrique. C'est ainsi qu'un circuit oscillatoire ordinaire, comprenant une capacité et une self-induction d'une grandeur convenable, a pu être employé, un tube de Salet sans électrode, avec une portion capillaire, étant inséré en parallèle à la self-induction. L'émission de lumière de la portion capillaire du tube a été observée en excitant le circuit vibratoire au moyen d'une bobine d'induction : c'est alors qu'on a observé un accroissement notable de la sensibilité de la réaction spectrale. L'argon contenu dans l'air atmosphérique, à raison de 1 °/₀, a, par exemple, été facilement mis en évidence. Les spectres de l'air et de l'argon ayant ensuite été photographiés concurremment, le spectre de l'air s'est trouvé renfermer soit le spectre de lignes de l'azote, soit celui de l'argon. A. Gradenwitz.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Séance du 1er Juillet 1904 (suite).

M. **E. Warburg** présente quelques remarques relatives aux décharges par pointes. En examinant sous le microscope l'aigrette bleuâtre au voisinage d'une pointe par laquelle de l'électricité négative se décharge à travers l'air libre vers une plaque mise à la Terre, on observe que la pointe se recouvre d'une enveloppe lumineuse bleuâtre *a*, à laquelle se rattache d'abord un espace obscur *b*, puis un faisceau lumineux rougeâtre *c* s'élargissant vers la prise de terre. Ce phénomène correspond parfaitement à celui que M. J. Stark a observé pour une pression réduite, à cette différence près que, dans le cas présent, l'électrode mise à la terre reste obscure. L'auteur constate que la portion du fil pointu recouverte de l'enveloppe lumineuse *a* s'accroît à intensité croissante du courant. Il est convaincu que les trois portions *a*, *b*, *c*, décrites ci-dessus, correspondent aux trois parties de l'effluve, à savoir : *a*, à l'effluve négatif; *b*, à l'espace obscur de Faraday; et *c*, à l'aigrette positive, les phénomènes électriques étant identiques dans les deux cas. La seule différence avec l'effluve serait que l'aigrette positive dans ce dernier s'étend jusqu'à l'anode, alors que, dans la décharge par pointe, elle va se terminer en l'air à 0,1 millimètre de la pointe. Dans le cas où la pointe est positive, l'on n'observe, pour des courants de faible intensité, qu'une enveloppe lumineuse mince recouvrant la pointe, alors que, pour 26.10^{-6} ampères, il apparaît un faisceau mince, se prolongeant à mesure que croît l'intensité du courant et atteignant la plaque mise à la terre pour 43.10^{-6} ampères. — M. **L. Austin** a fait des observations sur les variations magnétiques de longueur des alliages manganèse-aluminium-cuivre étudiés par M. Heusler. Ce sont les propriétés magnétiques

remarquables de ces alliages qui ont engagé l'auteur à rechercher si ces matières à l'état aimanté présenteraient des variations de dimensions semblables à celles qu'on connaît dans le cas du fer, du nickel et du cobalt. Les expériences de M. Austin font voir l'existence d'une élongation due aux champs magnétiques, élongation sensiblement proportionnelle à l'aimantation dans les deux échantillons examinés. La courbe d'élongation, tout en présentant une forme analogue aux courbes d'aimantation, est caractérisée par une pente moins rapide. L'élongation la plus grande observée était de 11.10^{-7} de la longueur dans un champ de 400 unités, ce qui correspond à 1/3 environ de l'élongation maxima du fer dur. Dans les champs intenses, l'on observe une contraction graduelle et qui semble être proportionnelle au carré de l'intensité du courant.

ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE ROYALE DES LINCEI

Communications parvenues à l'Académie pendant les mois de Juillet et d'Août.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **C. Somigliana** poursuit ses études sur les déformations auxiliaires dans les problèmes alternés d'équilibre élastique. — M. **E. Almansi** étudie les conducteurs creux, et montre qu'il est possible d'obtenir des formules plus générales que celles trouvées par M. Robin dans son Mémoire sur la distribution de l'électricité à la surface des conducteurs fermés et des conducteurs ouverts. Dans une autre Note, M. Almansi s'occupe des problèmes de l'équilibre électrique et de l'induction magnétique. — M. **U. Barbiéri** : Sur la représentation d'une manière uniforme conjuguée de deux surfaces de rotation, l'une sur l'autre. — M. **G. Fubini** : Sur les groupes de projectivité.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. **A. Sella** expose les résultats de ses recherches expérimentales et théoriques sur l'existence d'un phénomène réciproque de celui de la biréfringence magnétique, que l'on observe bien marqué dans quelques solutions d'hydrate ferrique colloïdal. — M. **Q. Majorana** donne la description de ses recherches et de ses expériences de téléphonie électrique sans fil; il a réussi à obtenir au détecteur la reproduction de la parole, à l'aide des pulsations électriques de l'antenne, à travers l'édifice de l'Institut physique de Rome. A l'air libre, la transmission aurait pu atteindre quelques kilomètres. — M. **U. Piva** s'occupe de l'influence que manifeste la pression du gaz dans l'électrisation produite en faisant barboter de l'air dans l'eau pure et dans des solutions acides de bisulfate et chlorure de quinine. M. Piva a observé un curieux phénomène; il y a des degrés de concentration des solutions pour lesquels l'électrisation positive par le gaz diminue, et même change de signe. — MM. **G. Martinelli** et **A. Sella** entretiennent l'Académie de leurs recherches sur la radio-activité des pouzolanes qui se trouvent près de Rome. — M. **C. Carpini** étudie les variations de résistance du bismuth placé dans un champ magnétique faible. — M. **M. La Rosa** a étudié le phénomène Peltier, à proximité du point neutre, en suivant la méthode Budde convenablement modifiée pour éliminer les causes d'incertitude. — MM. **R. Nasini** et **F. Anderlini**, en faisant des observations spectroscopiques à des températures très hautes, ont reconnu que l'iode à température élevée laisse entrevoir un spectre d'émission, un spectre lumineux, et ont vu paraître le spectre de l'azote. — MM. **L. Balbiano** et **L. Angeloni** décrivent leurs observations sur le 1 : 3-diméthylcyclohexane dérivant de l'acide camphorique. — MM. **G. Bruni** et **C. Fornara** donnent des détails sur la préparation des sels de cuivre et de nickel de quelques amino-acides, et ajoutent les résultats de leurs recherches sur les propriétés et sur la constitution probable de ces sels. — MM. **G. Bruni** et **A. Trovanelli** ont fait d'autres recherches sur les solutions solides. — MM. **G. Bruni** et **E. Tornani** s'occupent des picrates de composés non saturés. — M. **B. Oddo** décrit ses recherches sur l'action de l'acétylène sur le bromure de phénylmagnésium. — MM. **A. Angeli** et **F. Angelico** décrivent des nouvelles réactions du nitroxyle (bioxyammoniaque). — M. **O. Gasperini** expose une méthode nouvelle de destruction des substances organiques pour servir aux analyses toxicologiques. — MM. **M. Padoa** et **D. Galeati** poursuivent leurs recherches sur les diminutions dans la vitesse de cristallisation produites par des substances étrangères. — M. **L. Vanzetti** a soumis à l'électrolyse l'acide glutarique, et il signale les produits qu'il a obtenus.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. **A. Pelloux** transmet à l'Académie une étude détaillée de plusieurs minéraux de la Sardaigne : atacamite, valentinite, leadhillite, calédonite, linarite et d'autres minéraux de l'Argentiera de la Nurra à Porto-Torres. — M. **D. Lovisato** s'occupe de quelques minéraux rares : vanadinite, descloizite, mimétite et stolgite des mines cuprifères de Bena de Padru, près d'Oziéri, en Sardaigne. — MM. **A. Mosso** et **G. Galeotti** ont étudié l'action physiologique de l'alcool sur le sommet du Mont-Rose, en déterminant les variations de la température, de la circulation, de la respiration à la suite de l'ingestion de 40 centimètres cubes d'alcool pur. Les expériences faites sur M. Galeotti ont montré que cette quantité d'alcool ne manifeste, à de grandes altitudes, aucun effet, pas même un commencement d'ivresse. — M. **A. Herlitzka** a tâché d'établir si la pepsine peut en partie se digérer elle-même; il résulte de ses expériences qu'une partie de la pepsine agit sur l'autre en la peptonisant, c'est-à-dire qu'il y a une vraie autodigestion de la pepsine. Cela confirme que la pepsine est une vraie substance protéïque. — M. **S. Baglioni** décrit plusieurs expériences qui prouvent que la moelle allongée et le nerf sciatique, placés dans des substances chimiques indifférentes (glycose, saccharose, glycérine, etc.) qui ne contiennent aucune trace de sodium, perdent en peu de temps leur excitabilité. En plaçant alors la moelle et les nerfs dans une solution de chlorure de sodium, l'excitabilité reparaît. Les solutions de sels de métaux voisins du sodium, potassium, lithium, ne se montrent pas capables de faire revivre la moelle et le nerf. — M. **F. Ghilarducci** a reconnu expérimentalement qu'en supprimant pour une demi-heure la circulation dans l'aorte abdominale, et en injectant dans les veines des cultures virulentes de streptocoques, on produit chez les animaux une polyomyélite antérieure aiguë ou une myélite aiguë diffuse. Les cellules présentent des altérations très graves, dues à une action locale des microorganismes; tout cela fait ressortir la grande importance des troubles de la circulation dans la production des myélites infectieuses. — M. **G. Rossi** a entrepris une série de recherches sur la mécanique de l'organe digestif des oiseaux; il s'occupe des mouvements qui se produisent dans le jabot, de l'irritabilité de ce dernier, de la manière de se déposer des substances alimentaires, et des conséquences de la section des nerfs vagues. — M. **A. Aggazzotti** a fait de longues recherches sur les altérations qui se produisent, lorsque l'organisme est soumis à de fortes dépressions barométriques, dans l'air contenu dans les alvéoles pulmonaires. M. Aggazzotti a reconnu que l'élimination de CO_2, après l'action de l'air raréfié, est moindre, et la diminution dépend des quantités d'anhydride carbonique qui s'accumulent dans le sang pour y former des composés riches en CO_2. C'est à la diminution de CO_2 et de son action stimulante que l'on doit le ralentissement de la fréquence et de la profondeur des mouvements respiratoires, lorsque de l'air raréfié l'on revient à la pression barométrique normale.

ERNESTO MANCINI.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

PARIS. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

15e ANNÉE N° 19 15 OCTOBRE 1904

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Astronomie

Un appareil pour mesurer la vitesse de rotation de la Terre. — L'expérience classique du pendule de Foucault a fait voir que la loi d'inertie, dans tous les phénomènes de mouvement terrestre, est satisfaite pour un espace exempt de rotation par rapport au ciel des étoiles fixes.

Or, comme cette expérience était affectée par des sources d'erreurs sérieuses, il paraissait désirable que des expériences ultérieures vinssent confirmer ce résultat. Il est vrai que Foucault lui-même a essayé de confirmer son expérience au moyen d'un appareil gyroscopique; mais, en raison de leur précision limitée, ces expériences sont loin de donner la solution définitive du problème. Aussi, M. A. Föppl, professeur à l'Ecole Technique supérieure de Munich, à la suite de l'étude théorique qu'il vient de faire d'un appareil gyroscopique construit par M. O. Schlick, en vue de diminuer le mouvement de roulis des vaisseaux, vient-il de se servir d'un appareil analogue pour des recherches dans cette voie.

La déviation qu'éprouve l'axe d'une toupie tournante permet, comme on le sait, de déterminer la vitesse de rotation de la Terre. Toute divergence qu'on observerait entre la valeur ainsi trouvée et la vitesse de rotation astronomique viendrait contredire le résultat de l'expérience de Foucault. D'autre part, la possibilité se présente de découvrir, à propos de cette expérience gyroscopique, quelque influence spéciale de la rotation de la Terre, influence qui serait compensée dans le mouvement oscillatoire d'un pendule.

La figure 1 ci-contre représente l'appareil construit par M. Föppl. Comme on le voit, c'est une toupie comprenant deux volants en fer, d'un diamètre extérieur de 50 centimètres et d'un poids de 30 kilogs chacun, rivés l'un à l'autre. Les deux volants sont montés sur les deux bouts de l'arbre d'un petit électromoteur tournant à des vitesses qui vont jusqu'à 2.400 tours par minute. L'électromoteur est, au moyen de trois fils en acier, suspendu au plafond de la salle. Le système entier n'est, par conséquent, susceptible que d'une rotation autour d'un axe vertical, pendant laquelle il faut vaincre le couple dû à la suspension trifilaire. L'électromoteur est muni de deux plaques entre-croisées, plongeant dans un vase à huile placé en

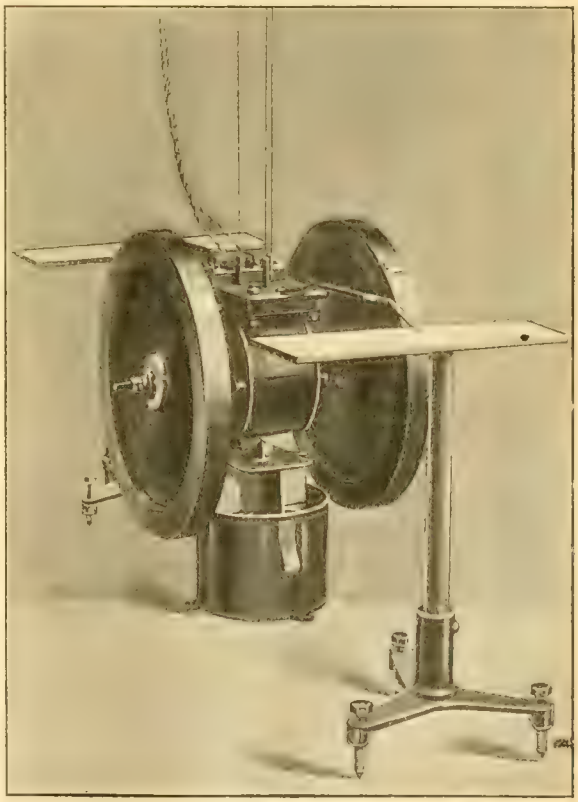


Fig. 1. — *Appareil de M. Föppl pour la mesure de la vitesse de rotation de la Terre.*

dessous et servant à amortir les oscillations. En haut

de l'électromoteur, on aperçoit deux aiguilles parcourant des échelles divisées.

Pour déterminer la vitesse de rotation de la toupie à un moment donné, on détache les fils menant à l'induit des conducteurs externes, pour les mettre en court-circuit à travers un voltmètre ; l'électromoteur fonctionnant pendant un bref intervalle comme dynamo, on trouvera la vitesse angulaire de l'induit par la lecture du voltmètre. Voici, du reste, comment les expériences ont été faites :

Après avoir démarré le moteur, on lui faisait prendre la vitesse voulue, vitesse qu'on maintenait constante pendant un quart d'heure ou une demi-heure. Comme la toupie, au commencement de cette période, possédait toujours une certaine vitesse de précession, due à la période de démarrage, elle exécutait des oscillations amorties très lentes (d'à peu près 3 à 4 minutes) autour de la position d'équilibre actuelle. Afin de vérifier s'il n'y avait pas de perturbations extérieures, on lisait à chaque minute la déviation des aiguilles de chaque côté, inscrivant la moyenne comme ordonnée, par rapport à un axe d'abscisses représentant le temps. De cette courbe, montrant la forme bien connue des ondes amorties, on déduisait la position d'équilibre autour de laquelle se faisait l'oscillation, et cela à un dixième de degré près.

Le courant d'air dû à la rotation rapide des volants produisait d'abord quelque perturbation des phénomènes d'oscillation. On y a obvié en entourant les parties tournantes d'une enveloppe, après quoi la toupie s'est mise à exécuter des oscillations de précession tout à fait régulières, sans montrer de divergence entre la vitesse de rotation astronomique et la vitesse donnée par les phénomènes de mouvement terrestres. La vitesse de rotation minima utilisable dans ces expériences a été trouvée égale à 1.500 tours par minute, tant que les oscillations du fil de suspension, des parois de l'enveloppe, etc., ne deviennent pas autant de facteurs perturbateurs.

La théorie de cette expérience, telle que l'a donnée M. Föppl[1], est fort simple, si l'on fait abstraction, pour commencer, des oscillations de précession. Soit θ le moment d'inertie des masses tournantes, w leur vitesse angulaire constante, et u la vitesse de rotation de la Terre (en supposant que cette dernière concorde avec la rotation astronomique de la Terre). Désignons de plus par φ la latitude géographique du point d'observation, par ψ l'angle formé par la position d'équilibre de la toupie tournante avec la direction est-ouest, ω étant le moment du couple dû à la suspension du cadre de la toupie dans un plan horizontal. M doit être équivalent à la composante verticale de la vitesse de variation de l'impulsion que reçoit la toupie du chef de la rotation de la Terre; cette vitesse de variation sera égale au produit de l'impulsion elle-même par la vitesse angulaire de la rotation de la Terre, cette dernière étant considérée comme vecteur. Voici l'équation que l'on déduit :

$$M = \theta\omega u \cos\varphi \cos\psi.$$

Le moment d'inertie θ a été évalué à 26,7 cm. kg. sec.[2]; la latitude géographique est de 48° 8′ 20″, alors que M est sensiblement proportionnel à la torsion du système suspendu par rapport à la position de zéro, la toupie étant au repos, équivalent par conséquent à $c\chi$, où χ est l'angle de torsion et c égal à 2,12 cm. kg.

L'expérimentateur s'est borné à observer la déviation de la toupie due à la rotation de la Terre dans les deux cas où la position de zéro de la toupie est soit dans le méridien, soit dans une direction perpendiculaire à ce dernier. Dans le premier cas, la rotation ne cause aucune déviation de l'axe de la toupie, pourvu que la rotation astronomique de la Terre gouverne également les phénomènes de mouvement terrestres. Or, voilà ce que les expériences viennent confirmer.

[1] *Physik. Zeitschr.*, t. V, n° 14, p. 419, 1904.

Dans le cas où l'axe de la toupie au repos est perpendiculaire au méridien, l'angle de torsion χ, auquel est proportionnel le moment M, coïncidera avec l'angle ψ cité ci-dessus. L'équation théorique prend alors la forme :

$$c\psi = \theta\omega u \cos\varphi \cos\psi.$$

Comme l'expérimentateur trouve un accord à 2 °/₀ près entre la vitesse angulaire de la Terre déduite de ces phénomènes de mouvement terrestres et la rotation astronomique, tout porte à croire que cet accord est parfait. M. Föppl a, cependant, l'intention de perfectionner son appareil et de vérifier si certaines indications d'un désaccord entre la théorie et l'expérience sont dues aux erreurs d'observation.

§ 2. — Météorologie

Les cristaux de neige. — M. Bentley, de Jéricho (Vermont, Etats-Unis), a consacré vingt années à l'étude des cristaux de neige, en s'attachant principalement à la détermination des relations qui peuvent exister entre la forme de ces cristaux et les conditions atmosphériques au moment de leur chute; ses travaux intéressants ont déjà été signalés à l'attention[1], et ils viennent de nouveau de faire l'objet de deux importants articles dans la *Monthly Weather Review*, avec de superbes reproductions photomicrographiques de cristaux de neige.

Nous ne pouvons entrer ici dans le détail des conditions atmosphériques, état électrique, gaz et vapeurs étrangers, hauteur et température des nuages, conditions météorologiques, mouvements à la surface et dans les diverses couches nuageuses, évolution de la forme cristalline d'instant en instant, toutes choses que l'auteur étudie avec le soin minutieux qui convient; nous reproduirons seulement les principaux faits généraux qu'il croit pouvoir tirer de sa longue expérience :

1° Le plus grand nombre des formes tabulaires les plus parfaites et les plus belles se rencontrent le plus souvent dans les parties Ouest et Nord-Ouest des grandes bourrasques ; ces formes sont à peu près exclusivement cantonnées dans ces régions;

2° Il semble y avoir une loi de distribution générale des différentes formes, les formes à colonnes d'une part, les formes tabulaires ou granulaires d'autre part, avec beaucoup de variétés associées dans les autres portions des grandes dépressions;

3° Cette distribution est, à part peu d'exceptions, constante, c'est-à-dire qu'elle est la même pour presque tous les grands troubles atmosphériques. Pourtant, les renseignements recueillis ne suffisent pas encore pour démontrer que cette loi s'applique à toutes les formes de cristaux et à toutes les dépressions.

Radio-activité atmosphérique. — Dans un travail récemment publié dans la *Physikalische Zeitschrift* (n° 15), M. H.-A. Bumstead fait voir que la radio-activité qu'acquiert un fil négativement chargé et exposé à l'air libre est essentiellement, sinon entièrement, due à l'activité excitée par le radium et le thorium. Dans le cas d'une pose de trois heures, une partie (3 à 5 °/₀) de l'effet initial total est produite par l'activité du thorium, et cette proportion dépend évidemment de la facilité plus ou moins grande avec laquelle l'émanation s'échappe du sol. Dans le cas où la pose dure douze heures, l'activité du thorium s'élève quelquefois à 15 °/₀ de la valeur totale, et, dans le cas d'un long fil, sa déperdition peut être observée pendant plusieurs jours. Il semble qu'il y ait encore en petite quantité une activité à déperdition plus rapide, bien que les expériences jusqu'ici faites soient loin de trancher définitivement cette question.

La radio-activité de la pluie et de la neige est proba-

[1] *Ciel et Terre*, t. XIX, p. 543, t. XXIV, p. 336.

blement due à la radio-activité excitée par le radium; l'absence d'un effet du thorium pourrait s'expliquer par l'hypothèse que la déperdition rapide de l'émanation du thorium empêcherait cette dernière de parvenir en quantité appréciable aux hauteurs où se forment les gouttes de pluie.

§ 3. — Électricité industrielle

La téléphonie sans fil au moyen des ondes hertziennes. — Un ingénieur espagnol, M. G. J. de Guillen García, vient de trouver une intéressante solution du problème de la téléphonie sans fil. A l'inverse du système de téléphonie optique développé en Allemagne par M. Ruhmer, et dont nous avons autrefois entretenu nos lecteurs, dans cette nouvelle méthode, ce sont les ondes électriques elles-mêmes qui se chargent de la transmission des dépêches à travers l'espace.

Il y a quelque temps, le fils de M. García, s'occupant d'expériences de télégraphie sans fil, avait l'occasion d'observer que, dans le téléphone d'un cohéreur Tommasina placé à la station réceptrice, il se produisait une différence de son suivant la distance explosive de l'éclateur de la bobine Rhumkorff. Ce fait lui suggéra l'idée qu'un dispositif analogue pourrait servir à transmettre au loin la voix humaine par l'entremise de fils conducteurs. Des expériences dans cette voie, après avoir dû être différées pendant longtemps faute d'appareils appropriés, viennent d'être rendues possibles par le concours du Professeur Marcel, du séminaire de Barcelone.

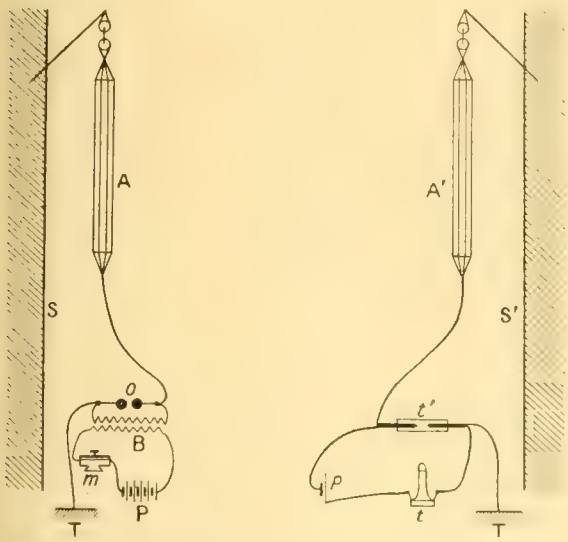


Fig. 1. — *Schéma du dispositif de téléphonie sans fil.* — S, S', supports; A, A', antennes transmettrice et réceptrice; P, *p*, piles; B, bobine de Ruhmkorff; *m*, microphone; *o*, oscillateur; *t'*, cohéreur; *t*, téléphone; T, terre.

La figure 1 représente la disposition des appareils. S et S' sont des supports en bois, portant, au moyen d'un palier et d'isolateurs, les antennes A et A'. Les appareils de la station transmettrice comprennent: la pile P, le microphone *m*, la bobine de Rhumkorff B, l'oscillateur *o*, qui, d'une part, communique avec l'antenne A, et, de l'autre, avec la prise de terre T. Les appareils de la station réceptrice se composent d'une antenne A', d'un tube cohéreur *t'* (se décohérant spontanément), d'une pile *p*, d'un téléphone *t* et d'une prise de terre T. Le microphone *m*, qui est à pointe métallique, avec plaque vibrante de mica, comprend une croix de cuivre isolée. Toutes les fois que la membrane vibrante vient toucher la pointe, le courant électrique produit par les piles P peut traverser le circuit.

En chantant ou en parlant dans le microphone, on en fait vibrer la membrane: ses vibrations correspondent, par leur nombre, leur amplitude, etc., au son qui leur a donné naissance. Avec chaque vibration, le courant, étant fermé, peut passer dans la bobine, qui à son tour engendre un autre courant induit; les étincelles de l'oscillateur correspondront, par leur nombre, amplitude et intensité, aux vibrations constituant la voix humaine.

L'antenne A communique ces trains d'ondes à l'antenne A', de façon que toute série d'ondes hertziennes fait passer le courant de la pile *p* par le cohéreur *t'*, et, par là, produit une vibration dans le téléphone *t* de la station réceptrice. Comme les vibrations en *t* sont égales en nombre à celles des sons frappant le microphone, le son qui s'entend en *t* doit être identique à celui qu'on transmet au microphone.

Les résultats jusqu'ici obtenus dans la reproduction du chant paraissent être très satisfaisants, alors que les reproductions du langage sont bien moins parfaites. C'est qu'il est difficile de trouver un microphone suffisamment puissant; mais ces difficultés d'ordre purement technique seront sans doute surmontées avant longtemps, et l'importance de ces expériences, qui représentent le premier système de téléphonie sans fil par ondes hertziennes, ne saurait être méconnue.

§ 4. — Photographie

Une nouvelle méthode d'obtention de la photographie des couleurs. — MM. Auguste et Louis Lumière, poursuivant de patientes et laborieuses recherches sur la grosse question de la photographie des couleurs, viennent de faire connaître une nouvelle solution du problème, sur laquelle nous attirons l'attention de nos lecteurs. La méthode qu'ils ont expérimentée est basée sur les considérations théoriques suivantes :

Si l'on dispose à la surface d'une plaque de verre et sous forme d'une couche unique, mince, un ensemble d'éléments microscopiques, transparents et colorés en rouge-orangé, vert et violet, on peut constater, si les rapports d'intensité de coloration de ces éléments et de leur nombre sont convenablement établis, que la couche ainsi obtenue, examinée par transparence, ne semble pas colorée, cette couche absorbant seulement une fraction de la lumière transmise.

Les rayons lumineux traversant les écrans élémentaires orangés, verts et violets reconstitueront, en effet, la lumière blanche, si la somme des surfaces élémentaires pour chaque couleur et l'intensité de la coloration des éléments constitutifs se trouvent établies dans des proportions relatives bien déterminées.

Cette couche mince trichrome, étant réalisée, est ensuite recouverte d'une émulsion sensible panchromatique.

Si l'on soumet alors la plaque préparée de la sorte à l'action d'une image colorée, en prenant la précaution de l'exposer par le dos, les rayons lumineux traversent les écrans élémentaires et subissent, suivant leur couleur et suivant les écrans qu'ils rencontrent, une absorption variable. On a ainsi réalisé une sélection qui porte sur des éléments microscopiques et qui permet d'obtenir, après développement et fixage, des images colorées dont les tonalités sont complémentaires de celles de l'original.

Si nous prenons, en effet, une région de l'image colorée en rouge, les rayons lumineux rouges seront absorbés par les éléments verts de la couche, tandis que les éléments orangés et violets laisseront traverser ces radiations.

La couche de gélatino-bromure panchromatique sera donc impressionnée sous les écrans violets ou orangés, tandis qu'elle restera inaltérée sous les écrans élémentaires verts. Le développement réduira le bromure d'argent de la couche et viendra masquer les éléments orangés et violets, tandis que les éléments verts apparaîtront ensuite après fixage, l'émulsion qui les re-

couvre n'ayant pas été réduite. On a donc, dans ce cas, un résidu coloré vert, complémentaire des rayons rouges considérés. Les mêmes phénomènes se produiront pour les autres couleurs ; c'est ainsi que, sous la lumière verte, les éléments verts seront masqués et que la couche apparaîtra colorée en rouge. Dans la lumière jaune, l'image sera violette, etc.

On conçoit qu'un négatif de couleur complémentaire ainsi obtenu puisse, par contact, donner, avec des plaques préparées de même manière, des épreuves positives qui seront complémentaires des négatifs, c'est-à-dire qui reproduiront les couleurs de l'original. On peut aussi, après développement de l'image négative, ne pas fixer et inverser cette image pour obtenir, par le procédé connu, un positif direct qui présentera alors la coloration de l'objet photographié.

Les difficultés rencontrées par MM. A. et L. Lumière dans l'application de cette méthode ont été nombreuses, considérables même ; mais les résultats obtenus montrent cependant que ces difficultés ne sont pas insurmontables. Voici les dispositions pratiques auxquelles les auteurs du procédé se sont arrêtés pour le moment :

On sépare d'abord, dans la fécule de pomme de terre, et à l'aide d'appareils construits dans ce but, les grains ayant de 15 à 20 millièmes de millimètre de diamètre. Ces grains sont divisés en trois lots, qui sont colorés respectivement en rouge-orangé, vert et violet, à l'aide de matières colorantes spéciales et de procédés dont la description nous entraînerait trop loin. Les poudres colorées ainsi obtenues sont mélangées, après dessiccation complète, en proportions telles que le mélange ne présente pas de teinte dominante. La poudre résultant est étalée au blaireau sur une lame de verre recouverte d'un enduit poisseux. Avec des précautions convenables, on arrive à avoir une seule couche de grains se touchant tous, sans aucune superposition. On obture ensuite, par le même procédé de saupoudrage, les interstices qui peuvent exister entre les grains et qui laisseraient passer de la lumière blanche. Cette obturation s'effectue à l'aide d'une poudre noire très fine, du charbon de bois pulvérisé par exemple. On a ainsi constitué un écran dans lequel chaque millimètre carré de surface représente deux ou trois mille petits écrans élémentaires orangés, verts et violets.

La surface ainsi préparée est isolée par un vernis possédant un indice de réfraction voisin de celui de la fécule, vernis aussi imperméable que possible, sur lequel on coule enfin une couche mince d'émulsion sensible panchromatique au gélatinobromure d'argent.

L'exposition s'effectue à la manière ordinaire, dans un appareil photographique, en prenant toutefois la précaution de retourner la plaque, de façon que la lumière venant de l'objectif traverse les particules colorées avant d'atteindre la couche sensible. La nécessité d'employer des émulsions à grain très fin, par conséquent peu sensibles, et celle d'interposer la couche formée par le système d'écrans microscopiques, sont les causes pour lesquelles le temps d'exposition est notablement plus long que pour la photographie ordinaire.

Le développement s'effectue comme s'il s'agissait d'un phototype ordinaire ; mais, si l'on se contente de fixer l'image à l'hyposulfite de soude, on obtient, comme il a été dit, un négatif présentant par transparence les couleurs complémentaires de l'objet photographié. Si l'on veut rétablir l'ordre des couleurs, il faut, après le développement, mais sans fixer tout d'abord l'image, procéder à l'inversion en dissolvant l'argent réduit ; puis, dans un deuxième développement, réduire l'argent qui n'a pas été primitivement influencé par la lumière.

On voit donc que, par des manipulations simples et peu différentes, en somme, de celles qui sont couramment en usage dans la photographie ordinaire, il est possible d'obtenir, avec des plaques spéciales, préparées comme ci-dessus, la reproduction en une seule opération des objets avec leurs couleurs.

§ 5. — Chimie

L'absorption des gaz par le charbon aux très basses températures. — On sait depuis longtemps que le charbon de bois poreux condense à sa surface la plupart des gaz connus en quantités d'autant plus considérables que la température est plus basse ; toutefois, les recherches semblent avoir été limitées jusqu'ici aux températures supérieures à 0°, et on était resté ignorant de la façon dont varie le pouvoir absorbant du charbon aux températures très basses qu'on réalise par l'ébullition de l'air liquide. Le Professeur Dewar vient de combler cette lacune en montrant, dans une belle recherche expérimentale, que les quantités de gaz absorbées dans ces conditions sont extraordinairement grandes. Il a déterminé, en même temps, la chaleur d'absorption par un procédé déjà employé à diverses reprises dans ces dernières années, et consistant à mesurer la quantité d'air liquide évaporé par le développement de chaleur dû au phénomène étudié. Une calorie provoquant l'ébullition de 14, 6 cm³ environ d'air liquide, le procédé possède une assez grande sensibilité.

Le tableau suivant résume les résultats obtenus par M. Dewar :

	VOLUME absorbé à 0°	VOLUME absorbé à -185°	CHALEUR dégagée en cal.-gr.
Hydrogène	4 cm³	135 cm³	9,3 cal.
Azote	15	155	25,5
Oxygène	18	230	34
Argon	12	175	25
Hélium	2	15	2
Gaz électrolytique de l'eau	12	150	17
Oxyde de carbone et oxygène	30	195	34,5
Oxyde de carbone	21	190	27,5

Les nombres ci-dessus montrent de notables différences entre les gaz étudiés ; l'hélium est très faiblement absorbé, alors que l'oxygène accuse, pour le charbon, une affinité très forte. Le retour aux températures ordinaires a ramené à l'état initial, ce qui exclut l'idée d'une combinaison avec le charbon, ou des gaz mélangés entre eux. La quantité de chaleur dépasse, en général, celle qui se dégage pendant la liquéfaction des gaz tels que l'hydrogène, l'azote et l'oxygène.

Comparée à la quantité de gaz absorbée à la température de l'air liquide, celle qui est fixée aux températures ordinaires apparaît comme négligeable, à tel point qu'un bon procédé pour séparer les gaz consisterait à faire absorber leur mélange à la température de l'air liquide, et à opérer un dégagement aux températures ordinaires.

M. Dewar cite une expérience, faite avec 50 grammes de charbon de noix de coco, au cours de laquelle 5 à 6 litres de gaz furent extraits de l'air en dix minutes. L'air passait par un tube rempli de charbon, et les premières parties qui le traversèrent contenaient 98 °/₀ d'azote. En réchauffant le tube à la température du laboratoire, on obtint 5 lit. 7 de gaz contenant 57 °/₀ d'oxygène.

Le dégagement fractionné permet une concentration encore plus énergique de l'oxygène ; ainsi, les litres successifs qui se dégagent en contiennent les proportions suivantes :

1er litre	18,5 °/₀
2e —	30,6
3e —	53,0
4e —	72,0
5e —	79,0
6e —	84,0

Des expériences spéciales ont été faites pour enrichir l'air progressivement, en absorbant et dégageant successivement le gaz ; la concentration se produit ainsi très rapidement.

Ce pouvoir absorbant du charbon a été utilisé par M. Dewar pour produire rapidement un vide très parfait; il suffit, pour cela, d'évacuer jusqu'à quelques centimètres de pression un vase dont une branche latérale contient un peu de charbon que l'on refroidit. Au bout d'un instant très court, la décharge d'une bobine puissante ne traverse plus l'espace ainsi évacué.

Mais l'une des plus intéressantes parmi les applications du nouveau procédé étudié par M. Dewar consiste dans la séparation, par fractionnement, des gaz les plus volatils de l'air, l'hélium et le néon, en profitant de la faiblesse de leur affinité pour le charbon. Après la traversée de deux condensateurs successifs, qui opèrent un fractionnement, on recueille, dans des tubes, un mélange gazeux qui ne donne plus guère que les spectres du néon et de l'hélium.

Telle qu'elle a été élaborée par M. Dewar, la méthode nouvelle est d'une simplicité qui la fera bien accueillir des physiciens et des chimistes; elle promet d'être féconde en résultats, dont M. Dewar lui-même fait entrevoir une suite qui ne peut manquer d'un grand intérêt.

§ 6. — Géologie

Le Lac bouillant de la Dominique. — Les récentes éruptions de la Martinique et de Saint-Vincent ont ramené l'attention sur les phénomènes d'origine volcanique dans les Antilles. L'une des plus intéressantes de ces manifestations de l'activité interne du Globe est certainement le Lac bouillant de l'île de la Dominique, sur lequel M. F. Sterns-Fadelle vient de nous donner le résultat de ses travaux[1]. Nous en extrayons les renseignements qui suivent :

Fig. 1. — *Le Lac bouillant de la Dominique, à sec.* — On voit au milieu l'orifice d'arrivée de l'eau, au fond la brèche par laquelle s'écoule le trop-plein du lac. (*Photographie de M. Agar.*)

Le Lac bouillant est situé sur le côté oriental de la chaîne de montagnes longitudinale de l'île, à une altitude d'environ 800 mètres, au fond d'une profonde dépression qui se trouve au milieu d'une vaste surface couverte de roches et d'autres débris volcaniques : c'est la région de la Grande Soufrière, le foyer de l'action volcanique dans l'île. Le Lac (fig. 1) est de forme elliptique; plein d'eau, il a environ 65 mètres de longueur et 35 mètres de largeur moyenne. Il est entouré de falaises verticales de terre ferrugineuse, parsemée de fragments de roches, s'élevant à des hauteurs variant de 30 à 35 mètres. A travers une brèche de la paroi qui l'entoure, le trop-plein du lac, quand il est rempli, se déverse dans une gorge profonde, en formant une cascade chaude dont les eaux rejoignent ensuite la rivière de Pointe Mulâtre. Le sol, sur les bords du lac, est formé surtout d'une argile ductile et onctueuse, qui se solidifie à certains endroits en formant des croûtes fragiles.

Le lac est alimenté d'eau bouillante, d'origine interne; des observations thermométriques ont indiqué une température de 83°. Son niveau varie considérablement; à certains moments, il se vide même complètement et l'on peut apercevoir au centre le trou béant par lequel l'eau arrive. Le nuage de vapeur qui le surmonte change de densité suivant le degré d'ébullition et les conditions atmosphériques : tantôt, dans la belle saison, il s'atténue jusqu'à une brume légère; tantôt, dans la saison des pluies, il se condense en formant un voile impénétrable.

Au premier abord, le Lac bouillant pourrait être considéré comme un *geyser*; il se rattache certainement à cette catégorie de manifestations; mais il diffère du geyser ordinaire par des caractères bien tranchés. D'abord, ses grandes dimensions ne se retrouvent chez aucun des geysers connus. Ensuite, le lac ne jaillit pas; la grande force explosive du geyser ordinaire lui fait défaut. Sa surface mobile est alternativement placide et turbulente : tantôt ses eaux sont dormantes et sans une ride, tantôt elles bouillonnent et sifflent en tournoyant et couvrant ses bords de vagues. Un autre point de distinction, c'est la durée d'activité; tandis que les geysers ordinaires ne jaillissent que pendant un intervalle qui peut aller de quelques minutes à trois quarts d'heure au plus, le Lac bouillant est plus durable dans son action; il peut rester parfois en pleine ébullition pendant des jours. Enfin, alors que les geysers se vident immédiatement après une explosion de courte durée, le Lac bouillant conserve ses eaux dormantes pendant de longues périodes après l'ébullition. En résumé, l'absence d'un jet élevé et impétueux, l'ébullition prolongée, la longue persistance de la forme lacustre, bouillante ou tranquille, et les grandes dimensions du bassin sont les caractères qui distinguent le phénomène de la Dominique des autres geysers. La manifestation qui lui ressemblerait le plus est le lac de laves, observé par Dana sur le Mauna Loa, près du Kilauea, dans l'île d'Hawaï.

M. Sterns-Fadelle est alors amené à considérer le Lac bouillant comme l'une des dernières traces d'un volcan expirant lentement. Ce serait une manifestation prononcée des opérations chimiques continuellement à l'œuvre dans les couches souterraines, et son action volcanique proviendrait de la décomposition par l'eau des pyrites de fer sous l'action de la chaleur interne. Le Lac jouerait le rôle d'une soupape de sûreté : par l'émission constante de grandes quantités d'eau bouillante, il dissipe perpétuellement les énergies volcaniques de la Grande Soufrière, en les empêchant de se manifester sous la forme plus terrible d'éruptions de laves et de scories. L'hypothèse précédente est appuyée par le fait que le Lac bouillant, au moment de ses éruptions, dégage de grandes quantités d'hydrogène sulfuré; c'est même la présence de ce gaz qui rend l'approche du lac difficile à certaines périodes et qui a causé parmi ses explorateurs plusieurs accidents, dont quelques-uns mortels.

Il est à souhaiter que, malgré ces difficultés, l'étude du Lac bouillant puisse être poussée plus à fond; d'après ce que nous apporte déjà M. Sterns-Fadelle, on peut penser qu'elle complétera utilement nos connaissances sur les manifestations d'origine volcanique.

[1] *The Boiling Lake of Dominica*, Roseau, 1904.

§ 7. — Sciences médicales

Le XIVe Congrès des Médecins aliénistes et neurologistes de France et des pays de langue française (Pau, 1er-7 août 1904). — Ce Congrès annuel a été ouvert le lundi 1er août à Pau, dans la Salle des fêtes du Palais d'hiver.

Le discours inaugural a été prononcé par M. Brissaud, professeur à la Faculté de Médecine de Paris, président du Congrès; il a ressuscité l'œuvre, tombée dans l'oubli, d'un savant béarnais, Théophile de Bordeu, qui, dès 1742, prévoyait les localisations cérébrales, rendues évidentes cent ans plus tard par les travaux de Broca, Hitzig, Ferrier, Charcot, Pitres, etc. Bordeu parlait déjà d' « ondulations » et d' « oscillations » dans la transmission nerveuse, et aujourd'hui la théorie des vibrations nerveuses est d'actualité. Il reconnut surtout le rôle trophique des nerfs dans la vie des glandes, se montrant ainsi le précurseur de Claude Bernard et Ludwig. Cependant, l'œuvre de Bordeu était tombée dans l'anonymat; le Professeur Brissaud a voulu restituer, en Béarn, « une demi-heure d'immortalité à la mémoire du savant béarnais ».

Parmi les Rapports proposés l'an dernier au Congrès de Bruxelles, M. Deny (de Paris) était chargé de la question des *démences vésaniques*.

Sous le nom de « démence », on désigne en général les états d'affaiblissement permanent des facultés intellectuelles, morales et affectives, consécutifs aux différentes psychoses. Suivant la période de la vie à laquelle apparaît cette déchéance mentale, on distingue la *démence vésanique précoce*, celle de la puberté, de la jeunesse, et la *démence vésanique tardive*, celle de l'âge mur et de la vieillesse. Mais la *démence précoce* n'est pas *secondaire*; l'affaiblissement des facultés est *primitif*, global dès le début. Il semble donc qu'on ait affaire à une maladie *primitive*.

On distingue, d'ailleurs, trois variétés de démence précoce : *hébéphrénie*, *démence catatonique*, *démence paranoïde*. Pour M. Deny, pour M. Roy, qui adoptent la conception du Professeur Krœpelin, de Munich, la démence précoce est une individualité bien déterminée en nosographie psychiatrique; elle a son étiologie propre, sa symptomatologie définie, son anatomie pathologique.

Les idées vaillamment défendues par M. Deny ont été vivement attaquées, et son Rapport a été suivi d'une discussion très nourrie, à laquelle ont pris part MM. Régis, Ballet, Dupré, Parant, Wallon, Colin, Pactet, etc.

De ce débat il semble résulter que la démence précoce tend de plus en plus à s'imposer comme individualité clinique; une série de projections de M. Deny a été très édifiante à cet égard. Mais la question comporte encore bien des inconnues, en particulier les causes et les lésions de la maladie.

M. Sano (d'Anvers) est l'auteur du deuxième Rapport : *Des localisations des fonctions motrices de la moelle épinière*. Le problème est de date ancienne (Vulpian), mais la méthode des investigations précises est toute récente (Nissl). Quand on coupe un nerf, quand on enlève un muscle, quand on ampute un segment de membre, des groupes de cellules réagissent dans la moelle, et l'histologie devrait pouvoir déterminer la topographie de ces groupes cellulaires.

Or, jusqu'ici, les observateurs (expérimentation chez des animaux diversement mutilés, études histologiques de moelles humaines d'amputés ou de sujets atteints de paralysie infantile) sont arrivés à des résultats en apparence contradictoires. Il existerait un noyau médullaire, correspondant pour les uns à un segment de membre (Van Gehuchten, Brissaud), pour d'autres à un nerf (Marinesco), à une fonction musculaire (Parhon), à un muscle.

Par un examen approfondi des textes, M. Sano montre qu'aucune de ces théories n'exclut les autres. On conçoit qu'il puisse exister des groupes d'éléments moteurs de la moelle, susceptibles de se combiner diversement entre eux pour constituer des groupements tantôt anatomiques, tantôt physiologiques.

D'ailleurs, comme l'a dit M. Brissaud, sur cette question des localisations des centres moteurs dans la moelle, on reste esclave des mots et l'on se représente volontiers des *noyaux* arrondis, bien limités, tandis que ces « noyaux » peuvent affecter les formes les plus variées.

Le Rapport de M. Sano fait entrevoir la possibilité d'arriver prochainement à une conception des localisations médullaires, quand les expériences auront été multipliées.

D'intéressantes communications de MM. Grasset, Brissaud et Bauer, Parhon, Marinesco, Laignel-Lavastine ont complété le travail de claire érudition du rapporteur.

Une question d'assistance des aliénés, dont M. Kéraval (de Ville-Evrard) était le rapporteur, a particulièrement intéressé les médecins aliénistes. Il s'agissait de définir *les mesures à prendre à l'égard des aliénés criminels*.

L'*aliéné criminel* est un individu qui, préalablement considéré comme aliéné, commet un crime ou un délit qu'on peut mettre sur le compte de son état mental défectueux, et qui, pour ce motif, est considéré comme irresponsable. Le *criminel aliéné* est un individu qui devient aliéné après avoir commis un crime ou délit; il est primitivement un criminel. L'*aliéné dangereux*, difficile, vicieux, dépravé, est un aliéné dont l'état mental ferait courir des risques redoutables aux aliénés avec lesquels il est en contact dans l'asile.

A chacun de ces individus on tend à appliquer une juridiction et des dispositions médico-administratives spéciales. Mais le criminel aliéné existe-t-il réellement? Serait-il équitable de prendre des mesures de rigueur contre un aliéné indiscipliné par le fait même de son aliénation? Ce sont là questions à réserver.

Pour les aliénés criminels, on peut en diminuer le nombre en *prévenant* le mieux possible les crimes et les délits commis par des aliénés avant leur internement ou après une sortie prématurée de l'asile. Il suffit de simplifier les formalités du *placement volontaire*. Quant aux aliénés criminels qui sont dans les asiles, leur envoi dans un asile spécial infligerait aux malades et à leurs familles un déshonneur immérité. Mieux vaudrait une sélection préalable.

La discussion de ce Rapport a été longue et laborieuse; deux grands courants d'idées se sont manifestés.

Les uns se rallient aux conclusions de M. Kéraval; ils signalent les inconvénients des mesures spéciales. Les autres veulent qu'on écarte toute sentimentalité de la discussion; il ne faut envisager que les crimes commis ou ceux qui peuvent l'être par la suite; la société a le droit et le devoir de se défendre contre des aliénés qui se comportent autrement que le commun des aliénés; il faut les interner dans un *Asile spécial*, celui de Gaillon, à titre d'essai. La majorité demande la surveillance par l'autorité judiciaire des aliénés dits criminels; ceux-ci seraient placés, maintenus et libérés par les soins de la magistrature. Mais tous les aliénistes sont d'accord pour réclamer une réforme de l'outillage hospitalier des asiles.

Outre ces trois importantes questions, le Congrès a consacré plusieurs séances à des communications relatives à la neurologie et à la psychiatrie. La question des *tics*, qui avait fait l'objet, en 1902, d'un important Rapport de M. Noguès, au Congrès de Grenoble, a été remise sur le tapis par M. Cruchet, qui, avec M. Pitres, englobe, sous le même nom de *tic*, des phénomènes convulsifs, d'origine organique, mentale, professionnelle.

MM. Brissaud, Henry Meige, E. Feindel s'efforcent de limiter le domaine pour mieux le préciser. Les troubles moteurs purement réflexes, causés par une lésion organique, par un corps étranger irritant ou douloureux, ne sont pas des *tics*; ce sont des *spasmes*. Le tic et le

spasme n'ont rien de commun entre eux, sauf qu'ils sont l'un et l'autre ce qu'on appelle communément des « mouvements nerveux »; mais ils diffèrent par leur étiologie, leur pathogénie, leur pronostic, leur thérapeutique; ils diffèrent aussi par leur symptomatologie, car ils peuvent être *objectivement* distingués les uns des autres. En s'appuyant sur la seule clinique, on ne peut pas ne pas distinguer les tics des spasmes.

M. Pierre Bonnier a attiré l'attention sur le rôle des *centres bulbaires* dans les différentes fonctions de l'individu. Le bulbe est un lieu de réunion d'offices fonctionnels, sujets à des variations positives ou négatives, d'où résultent des états organiques de bien-être ou de mal-être.

M. Claparède fait connaître un procédé d'appréciation du *sens musculaire;* M. Crocq, un moyen de réfréner les *accès épileptiques*. M. Cabannes étudie la *sensibilité de la cornée et de la conjonctive;* M. Lamy, le *rôle des muscles spinaux dans la marche*. M. Cullerre signale la fréquence des *rétractions musculaires dans certaines psychoses*. M. Crocq et M. Régis parlent des *phénomènes morbides d'habitude*, sur lesquels M. Brissaud a attiré l'attention au Congrès de Bruxelles.

Une étude de MM. F. Rudler et Chomel montre que les *stigmates de dégénérescence* existent aussi bien *chez les animaux* que chez l'homme. Ils décrivent chez le cheval des stigmates anatomiques, physiologiques et même psychiques, comparables à ceux qui ont été signalés chez les dégénérés humains.

M. Ernest Dupré met en évidence le caractère pathologique de l'*euphorie des phtisiques*; c'est une sorte d'état démentiel. Il communique aussi un exemple de *puérilisme senile*, régression de la mentalité au stade de l'enfance. L'origine de la paralysie générale est longuement discutée par MM. Coulonjou, Régis, Brissaud. Le rôle de la syphilis semble incontestable; cependant, la paralysie générale est inconnue chez certains peuples cruellement frappés par cette maladie (Arabes, Chinois). Le rôle de l'alcoolisme est douteux, celui du surmenage intellectuel est plus probable.

D'autres communications intéressantes ont été faites par MM. Lannois, Oberthur, Sicard, Doutrebente, Mabille, Schnyder, Léri, etc.

Les congressistes ont reçu des autorités locales un accueil très bienveillant. Ils ont pris part à plusieurs excursions à Lourdes, au pic du Ger, à Eaux-Bonnes, à Argelès.

Dr Henry Meige.

Appendicite et syphilis. — M. le Professeur Gaucher[1] a été frappé de la fréquence des antécédents syphilitiques chez les sujets atteints d'appendicite. Il a donc fait une enquête, qui a porté sur 32 cas, comprenant neuf sujets au-dessus de trente ans, et vingt-trois au-dessous de cet âge. Parmi les neuf malades de plus de trente ans, il y avait des hommes ayant tous des antécédents de syphilis acquise, et cinq femmes dont une avait une syphilis acquise et dont trois étaient unies à des hommes ayant eu la syphilis. Chez les sujets de moins de trente ans, il a noté vingt et une fois sur 23 cas l'hérédité syphilitique paternelle. Il est donc conduit par les faits à admettre un rapport entre la syphilis et l'appendicite et à considérer cette dernière comme une affection parasyphilitique. De même, M. Edmond Fournier[2] a relevé, sur 12 cas étudiés, que tous les sujets atteints descendaient de parents syphilitiques. Enfin, M. Wassilieff a cité[3] trois cas d'appendicite nettement syphilitique. Ces faits semblent, en effet, montrer des relations étroites entre ces deux affections; mais on pourrait penser aussi que les syphilitiques ou leurs descendants ont un coefficient de résistance inférieur contre les maladies infectieuses, ce qui expliquerait le développement fréquent de cette infection sur un terrain pour ainsi dire prédisposé.

[1] *Société de Dermat. de Paris*, 11 avril 1904.
[2] *Soc. de Dermat.*, 11 avril 1904.
[3] *Société de l'Internat des Hôp. de Paris*, 23 juin 1904.

La prophylaxie dans les salles d'école par l'emploi d'huile adhésive sur les planchers. — MM. Köttgen et Steinhaus[1] viennent de faire des recherches sur ce sujet, dans le but surtout d'éviter la fermeture prolongée des écoles à la suite des cas de scarlatine et de diphtérie. Ces recherches ont porté uniquement sur le nombre des bactéries et non sur leur qualité. Pour des salles d'école de 50 mètres carrés, ils ont utilisé 4 à 5 kilogs d'huile adhésive et ils ont fait la numération des bactéries par la méthode des plaques, dans trois salles à peu près identiques, les deux premières étant huilées et la troisième servant de témoin : même au bout de douze semaines, la chambre de contrôle donnait encore deux fois plus de colonies que les deux pièces huilées, et ceci bien que les classes n'aient cessé d'être occupées par les élèves. En combinant un nettoyage complet avec cet huilage, les bactéries ont été même diminuées de quatre cinquièmes. Ces résultats sont très intéressants, car ils permettent d'obtenir une hygiène presque parfaite des salles d'école : il convient donc de continuer à expérimenter ce procédé, qui a été proposé pour la première fois par Lode en 1899.

§ 8. — Géographie et Colonisation

L'Expédition antarctique anglaise de la « Discovery ». — Parmi les diverses expéditions qui se sont portées, au cours de ces dernières années, vers les régions antarctiques, l'Expédition anglaise de la *Discovery*, commandée par M. Scott, est de celles qui ont donné les résultats géographiques et scientifiques les plus considérables. Les relations qui ont récemment paru permettent, en attendant des travaux savants plus complets, d'ajouter déjà quelques détails plus précis aux indications précédemment données ici[2].

Les explorations faites ont profondément modifié les données que l'on avait sur la configuration de toute une région des terres antarctiques. C'est par 67° de lat. que la *Discovery* est entrée dans la banquise antarctique, en janvier 1902. Après être passée au cap Adare, dans la Terre Victoria, puis à Wood Bay, elle gagna le cap Crozier; elle longea alors dans la direction de l'Est la barrière de glace. Celle-ci, à partir de 165°, remonte peu à peu vers le Nord. Entre 159° et 158°, elle se dirige droit au Nord, et là, par-dessus le rebord de la barrière, s'élèvent des coteaux neigeux, en arrière desquels s'étend une terre recouverte de glace et hérissée de pics escarpés et nus. Le capitaine Scott proposa d'appeler cette terre inconnue Terre du roi Edouard VII. L'Expédition en suivit la côte jusqu'à 76° de latitude sud et 152° 30′ de longitude.

C'est dans une région voisine des monts Erebus et Terror, par 77° 50′ de latitude sud et 166° 42′ de longitude est, que l'on établit les quartiers d'hiver. En faisant des reconnaissances pour le choix de cet emplacement, on avait fait encore une fort intéressante découverte. Le capitaine Scott reconnut que les deux monts Erebus et Terror ne se trouvent pas sur le continent, comme le croyait Ross, mais qu'ils forment une île; un détroit, situé là où l'on plaçait la baie de Mac Murdo, isole cette île de la Terre Victoria, qui est à l'Ouest. La *Discovery* se plaça au sud-sud-ouest de cette île, près d'un cap qui fut dénommé cap Armitage. Quant à la Terre Victoria, elle se prolonge au loin vers le Sud; elle est très montagneuse et l'on y voit s'élever des hauteurs de près de 20.000 pieds, comme celle qui reçut le nom de mont Discovery. Au sud de la station d'hivernage, trois îles étaient empâtées dans l'immense glacier que l'on appelle la Barrière de Glace ou muraille de Ross, et qui s'étend fort loin à l'Est et au Sud.

Le navire fut emprisonné dans les glaces le 24 mars. Le froid fut très vif. D'après les observations

[1] *Centralbl. f. allgem. Gesundh.*, 1904, t. XXIII, p. 117.
[2] *Rev. gén. des Sc.*, t. XIV, p. 534.

faites par M. Charles Royds, le météorologiste de l'Expédition, à bord de la *Discovery*, au lieu de son hivernage, à 21 milles du volcan Erebus, la plus basse température notée en 1902-1903 fut —45°,8, la plus haute +3°,9; la température moyenne avait été —17°,8. On a noté souvent, dans les régions arctiques, des températures moyennes plus basses; mais, si l'on tient compte que la *Discovery* n'était qu'à 77° de latitude pour faire son hivernage, on est amené à penser que le pôle de froid antarctique doit être beaucoup plus froid que le ou les pôles de froid des régions arctiques.

Le maximum barométrique observé a été 764^{mm},2, le minimum 713^{mm},6. Ce minimum est très bas et montre que les centres des dépressions s'avancent vers le pôle, puisqu'elles vont jusque dans la région des monts Erebus et Terror.

Le vent, en hiver, tourne de l'Est vers le Sud et s'arrête au Sud-Ouest, d'où il souffle avec le plus de violence; puis il retourne doucement vers l'Est. Le vent du nord ne souffle que pendant les mois d'été. La station de la *Discovery*, abritée de divers côtés, était mal située pour renseigner exactement sur le régime du vent normal; mais les fumées du volcan Erebus, dont l'altitude est de 3.800 mètres d'après Ross, indiquaient nettement que la direction prédominante des vents supérieurs était généralement du Sud-Ouest à l'Ouest.

A partir de septembre 1902, plusieurs expéditions partielles furent entreprises. La plus remarquable et la plus pénible fut celle qui fut poussée au Sud par le capitaine Scott et deux autres membres de l'Expédition jusqu'à 82°17′ de latitude sud, par 163° de longitude est Gr.; on avait ainsi dépassé de 384 kilomètres le point extrême précédemment atteint dans les régions antarctiques. Les explorateurs virent de hautes montagnes s'étendant encore au loin vers le Sud. L'excursion avait duré trois mois; le détachement rejoignit la *Discovery* le 3 février 1903.

En automne 1902, les Sociétés anglaises qui avaient organisé l'Expédition envoyèrent un navire de secours, le *Morning*, qui trouva, au mois de janvier 1903, la *Discovery* bloquée par les glaces. Le navire n'ayant pu se dégager au cours de cet été austral, le *Morning* regagna la Nouvelle-Zélande, après avoir ravitaillé l'Expédition.

L'hivernage de 1903 fut moins pénible que le précédent, par suite du calme plus grand de l'atmosphère, bien que le thermomètre descendit plus bas, jusqu'à —55° centigrades. La *Discovery* avait, les deux années, hiverné à 640 kilomètres plus au Sud qu'aucun navire ne l'avait fait jusqu'ici. En ce point, voisin du 78° sud, la nuit polaire est déjà de fort longue durée; l'Expédition antarctique allemande du *Gauss*, qui avait hiverné par 66° seulement, n'avait pas eu à en subir les effets.

De nouvelles explorations furent entreprises durant l'été austral suivant et leurs résultats scientifiques ne furent pas moins importants.

Dès le début du printemps, par des froids intenses de —45° à —50°, des dépôts furent installés pour jalonner la route prochaine des explorateurs. Pendant l'une de ces pénibles excursions préliminaires, on releva un minimum de —56° C. (—68° F.).

L'exploration la plus lointaine fut celle que dirigea, depuis le 12 octobre 1903, le capitaine Scott dans la direction de l'Ouest. Après des tentatives réitérées et de très grandes difficultés, il parvint à escalader le rebord montagneux et atteignit 8.900 pieds; c'est alors qu'il put s'avancer vers l'Ouest. Il poussa de ce côté jusqu'à un point situé par 78° sud et 146°30′ est, à 434 kilomètres du navire, et put reconnaître ainsi que l'intérieur de la Terre Victoria est constitué par un vaste plateau régulier de 2.700 mètres d'altitude, entièrement glacé, que bordent sur la côte d'importantes chaînes de montagnes. Au cours de cette excursion, le géologue Ferrar découvrit dans une vallée glaciaire, voisine de la côte, des grès contenant des plantes fossiles, des dicotylédones, paraissant appartenir à l'âge miocène.

D'un côté opposé, une excursion très fructueuse fut faite par MM. Royds et Bernacchi. Ils s'avancèrent sur la surface de la barrière de glace, dans la direction du Sud-Est, jusqu'à 260 kilomètres du navire, sans rencontrer ni apercevoir aucune terre et sans rien trouver qui parût devoir mettre obstacle à une marche prolongée sur la glace. Cette vaste plaine glacée paraît être flottante.

Enfin, les lieutenants Barne et Mulock se portèrent vers le Sud et s'avancèrent avec quatre hommes jusqu'à 80°, afin d'examiner une large ouverture qui se trouve à la hauteur de ce parallèle, dans la Terre Victoria. Ils reconnurent que cette échancrure est remplie par un puissant glacier, émissaire de l'inlandsis. Ils étudièrent aussi la façon dont s'opère la jonction entre le continent et la barrière de glace et constatèrent que cette dernière flotte à la surface de la mer et subit d'importants déplacements.

Les doutes que l'on avait sur la possibilité de dégager la *Discovery* durant l'été austral 1903-1904 firent décider l'envoi de deux navires de secours, le *Morning* et le *Terra Nova*. De plus, comme la date du retour de l'Expédition était arrêtée pour cette époque et que, d'après un ordre formel de l'Amirauté, la *Discovery* devait être abandonnée si l'on ne parvenait pas à la dégager, il importait que les précieuses collections faites au cours des deux dernières années de campagne pussent être rapportées.

Le *Morning* aborda la banquise le 26 décembre 1903 et, la glace étant clairsemée, sa marche fut exceptionnellement facile jusqu'à la baie de Mac Murdo. L'air était seulement agité par une brise légère et le ciel était presque sans nuages. Mais la situation changea quand on fut en présence du champ de glace qui emprisonnait la *Discovery*. Arrivé le 5 janvier 1904 à 29 kilomètres de ce navire, le *Morning* ne put entrer en communication avec lui que six semaines plus tard, le 14 février, tant les glaces qui enserraient le navire étaient résistantes. Ce n'est qu'à force de patience et d'opiniâtreté que le capitaine Scott parvint, au moyen d'explosifs, à dégager son navire.

Le voyage de retour de la *Discovery* amena encore l'Expédition à faire une intéressante constatation. Elle visita sur son parcours les baies Wood et Robertson et, poussant une pointe à l'ouest de la Terre Victoria, à travers le groupe des îles Balleny, elle s'avança jusqu'au 156e méridien, près de la Terre Adélie. C'est alors qu'elle reconnut qu'il n'existe aucune ligne de côte à l'est de cette terre, comme l'indiquent les cartes. Il ne reste rien de cette imaginaire Terre de Wilkes, trop facilement dessinée par le voyageur américain.

Gustave Regelsperger.

LA FORMATION DES SCORIES
DANS LES OPÉRATIONS MÉTALLURGIQUES,
LEUR CONSTITUTION ET LEUR EMPLOI INDUSTRIEL

I. — Formation et rôle des scories.

Les scories se forment comme produits accessoires dans les processus de préparation ou de raffinage des métaux qui utilisent des températures auxquelles les substances réagissantes deviennent liquides par la fusion. La scorie peut alors prendre naissance pour deux causes différentes : 1° quand les produits de réaction accompagnant le métal ou se formant à ses dépens ne sont pas de nature gazeuse ; 2° quand les minerais ou les combustibles employés renferment des constituants accessoires qui se liquéfient au cours des opérations. Comme exemple de scories formées d'après le premier mode, on peut citer, dans la fabrication du fer : les scories de puddlage, les scories Bessemer, les scories Thomas et celles des fours Martin; ensuite, les scories qui se forment dans la préparation des métaux par des corps réducteurs, dont les combinaisons oxygénées ou sulfurées ne sont pas gazeuses : fer, aluminium, silicium. A ce groupe appartiennent les précipitations dans la métallurgie du plomb, résultant du déplacement du plomb de sa combinaison sulfurée par le fer; puis l'ensemble des procédés aluminothermiques de M. H. Goldschmidt, dans lesquels les différents métaux sont déplacés, en général de leurs combinaisons oxygénées, par l'aluminium, avec formation d'alumine liquide comme scorie. Comme exemple du deuxième mode de production des scories, on peut signaler la fusion des fondants dans la production des métaux (fer, cuivre, plomb, etc.) par le procédé du haut-fourneau.

Les scories du premier genre consistent surtout en oxydes, sulfures et phosphates métalliques; celles de la seconde espèce principalement en silicates, ne renfermant plus de métal susceptible d'extraction.

Toutes les scories ont un rôle déterminé dans les opérations métallurgiques; ce sont : 1° des corps de rassemblement, pour tous les produits accessoires non gazeux; 2° des aides pour l'accomplissement régulier des réactions chimiques. Voici quelques exemples de cette dernière fonction :

Quand des métaux sont fondus dans un haut-fourneau, la réduction des oxydes métalliques et la fusion du mélange a lieu au-dessus de la zone du haut-fourneau dans laquelle l'air nécessaire pour brûler les combustibles est insufflé. Les masses fondues tombent à travers la zone de combustion dans le creuset du haut-fourneau; les gouttes métalliques isolées traversent donc une région caractérisée à la fois par une très haute température et une atmosphère oxydante. Elles se recouvrent donc nécessairement d'une couche d'oxyde métallique qui, si elle était conservée, influerait désavantageusement sur la qualité du métal. Toutefois, les gouttes métalliques ne tombent pas directement dans le bain de métal en fusion rassemblé à la base du haut-fourneau; elles sont reçues par la scorie liquide qui, à cause de son poids spécifique plus faible, s'est séparée à la surface du bain métallique; elles sont alors lavées par leur passage à travers ce bain de scorie, c'est-à-dire débarrassées de leur pellicule d'oxydule, comme une main plongée dans l'eau est nettoyée d'une couche de savon. Les oxydes métalliques captés par le bain de scorie sont, en général, réduits de nouveau en métaux par le carbone flottant dans la masse ou faiblement dissous par elle.

Dans un autre sens, les scories servent d'adjuvants pour l'accomplissement des processus du haut-fourneau en ce qu'elles agissent comme régulateurs de température. C'est essentiellement la position du point de fusion des scories qui détermine la température qui se maintient dans le haut-fourneau; de la hauteur de cette température dépend principalement le fait que, par exemple, dans la fusion du plomb, il se séparera seulement du plomb ou aussi du fer, ou bien, dans un haut-fourneau ordinaire, il se produira de la fonte blanche ou grise.

Les scories servent enfin comme intermédiaires des réactions, en fonctionnant comme solvants des substances réagissantes. Je citerai comme exemple la déphosphoration du fer dans le procédé Bessener basique, où la déphosphoration ne devient active que lorsqu'une quantité suffisante de scories est formée; celles-ci peuvent alors servir de solvant pour la chaux introduite dans le convertisseur avant le commencement de l'opération, chaux qui a pour but de lier l'acide phosphorique qui se forme et de le protéger contre une réduction postérieure. Le rôle que joue ici la scorie comme

solvant s'éclaire du fait qu'on obtient une accélération importante du processus quand on introduit dans le convertisseur, avant le commencement de l'opération, une combinaison à haute teneur en chaux facilement fusible, comme le spath calcaire.

II. — Constitution des scories.

On trouve dans les scories : 1° des sulfures; 2° des spinelles (aluminates, ferrates); 3° des silicates; 4° des phosphates. La constitution des sulfures est bien connue. Celle des spinelles ne l'est, au contraire, pas suffisamment pour me permettre d'entrer dans de grands développements; nous savons, en général, qu'ils se forment quand la basicité de la scorie dépasse le stade du singulo ou ortho-silicate. L'alumine et l'oxyde de fer se présentent dans ces circonstances avec le caractère acide et se réunissent avec les autres oxydes ou oxydules métalliques en combinaisons auxquelles on a donné le nom général de spinelles.

§ 1. — Silicates.

La constitution des silicates est beaucoup mieux connue, grâce en particulier aux belles recherches d'Akerman et de J. H. L. Vogt, de Christiania. On trouvera, dans la première colonne du tableau I, le rapport des molécules d'oxygène combinées respectivement dans les molécules d'acide et de base, la molécule d'oxygène de la base étant toujours considérée comme égale à 1. Correspondant aux chiffres d'acide ainsi obtenus, j'ai indiqué, dans la colonne suivante, l'ancienne nomenclature, qui faisait usage des préfixes : sous-, singulo-, sesqui-, bi- et tri-. Akerman et Vogt s'en sont écartés et ont choisi pour les singulo-silicates le nom d'ortho-silicates et pour les bi-silicates celui de méta-silicates (3e colonne). Je crois qu'on fait bien de s'inspirer pour ces désignations des termes correspondants usités pour les phosphates; on évitera ainsi bien des malentendus.

Akerman et Vogt se sont bornés à l'usage des deux termes ortho- et méta-silicate, parce qu'il ne leur a été possible, malgré des centaines d'essais de fusion, d'identifier cristallographiquement un sesqui-silicate qu'avec un seul minéral artificiel, inconnu dans la Nature, l'akermanite. Vogt remarque dans son travail : « Les solutions fondues de silicates », à propos de ce minéral de formule $Ca^4Si^3O^{10}$, qu'il considérait autrefois comme un sel de l'acide pyrosilicique hypothétique $H^8Si^3O^{10}$, qu'aujourd'hui il est porté à l'envisager comme la forme cristallographique d'un sel double, composé d'une molécule d'ortho-silicate Ca^2SiO^4 et de deux molécules de méta-silicate $CaSiO^3$. Vogt considère également les trisilicates hypothétiques, qu'il n'est pas parvenu à individualiser cristallographiquement, comme des solutions d'acide silicique dans les méta-silicates, et les sous-silicates comme des solutions de bases dans les ortho-silicates.

La série extraordinairement riche de combinaisons de l'acide silicique avec les bases se réduirait donc, d'après Vogt, aux deux combinaisons : orthosilicate $2RO.SiO^2$ et méta-silicate $RO.SiO^2$.

En faveur des vues d'Akerman-Vogt, on peut également citer le groupement simple des atomes dans les formules de constitution, naturellement hypothétiques, de l'acide silicique, des méta- et orthosilicates données ci-après :

Formules de constitution.

Acide silicique : O : Si : O

Métasilicate :

Ortho-silicate :

Si l'on essaie d'établir des formules de constitution analogues pour les sous-, sesqui- et trisilicates, on arrive à des combinaisons tout à fait arbitraires.

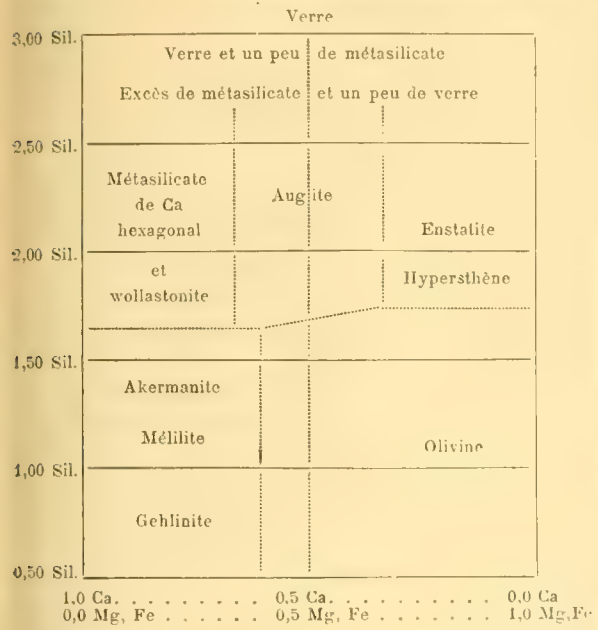
Le Tableau II représente, dans un autre ordre d'idées, les résultats tirés par Vogt de plusieurs centaines d'essais de fusion et d'analyses : Il y a disposé, dans deux directions (en ordonnées suivant le degré de silicatation, en abscisses d'après le rapport des différentes bases entre elles), les minéraux que, par des observations micrographiques, il a montré s'être individualisés cristallographiquement dans les liquides de fusion après

Tableau I. — *Composition des silicates.*

Rapports de l'oxygène Acide : Base	Désignations métallurgiques anciennes	Désignations métallurgiques nouvelles	Formule moléculaire	Rapports de combinaison
0.66 : 1	Sous-silicate.	»	$3\,RO.\ SiO^2$	$9\,RO.3\,SiO^2$
1 : 1	Singulo-silicate. . . .	Ortho-silicate.	$2\,RO.\ SiO^2$	$6\,RO.3\,SiO^2$
1,50 : 1	Sesqui-silicate	»	$4\,RO.3\,SiO^2$	$4\,RO.3\,SiO^2$
2 : 1	Bi-silicate	Méta-silicate	$RO.\ SiO^2$	$3\,RO.3\,SiO^2$
3 : 1	Tri-silicate	»	$2\,RO.3\,SiO^2$	$2\,RO.3\,SiO^2$

un intervalle de solidification d'environ une heure. Il résulte de ces recherches qu'au stade de silicatation du tri-silicate, il ne se présente jamais d'individualisation cristallographique de cristaux, mais qu'on obtient exclusivement du verre amorphe; que, dans les mélanges silicatés caractérisés par le rapport O^2acide : O^2base = 2,5, il se sépare des méta-silicates et du verre; que les bi-métasilicates donnent les minéraux indiqués sur le tableau; qu'au stade de sesqui-silicate, il s'individualise uniquement de l'akermanite, et qu'enfin au stade de singulo ou ortho-silicate on retrouve les minéraux nommés sur le tableau. Les minéraux

TABLEAU II. — *Tableau des silicates, d'après Vogt.*



ainsi obtenus par Akerman et Vogt dans leurs essais de fusion, à l'exception d'un méta-silicate de chaux hexagonal qui n'a pas reçu de nom et de l'akermanite, ont tous été trouvés dans les scories de haut-fourneau, de sorte que la constitution de ces scories, pour autant que leur composition reste dans ces limites, paraît s'expliquer ainsi : ce sont, à l'état fondu, des solutions vitreuses des différents silicates d'où, par refroidissement, cristallisent d'abord et en excès les minéraux dont la formation peut être prévue d'après la composition chimique. Si l'on refroidit subitement de telles scories, en les projetant en jets minces dans un courant rapide d'eau glacée, on obtient toujours, sans exception, des verres amorphes, sans individualisation cristallographique.

§ 2. — Phosphates.

Les scories phosphatées possèdent, dans la métallurgie courante, un représentant des plus importants dans les scories Thomas. C'est à Gustave Hilgenstock[1] que revient le mérite d'avoir montré que l'acide phosphorique est contenu, dans les scories Thomas, sous forme de combinaison jusqu'alors inconnue, le phosphate tétrabasique de chaux, et que cette combinaison peut être isolée cristallographiquement de la scorie. Après lui, d'autres chercheurs ont encore individualisé dans la scorie Thomas deux combinaisons doubles de phosphate de chaux tétrabasique avec l'orthosilicate de chaux, et l'on a prétendu que, chez l'une d'elles, l'acide phosphorique existait à l'état de phosphate tribasique de chaux. Mais il est facile de montrer que cette hypothèse s'appuie sur des fautes de calcul, et aujourd'hui tous les savants admettent que, dans ce cas aussi, l'acide phosphorique se trouve sous forme de phosphate tétrabasique. J'ai montré moi-même[2] comment on peut expliquer la constitution de cette combinaison tétrabasique et des corps dont elle dérive :

Phosphate tétrabasique : $R^4P^2O^9 = 4RO.P^2O^5$.

Acide phosphorique : $H^3PO^4 = O : P(OH)_3$.

Anhydride phosphorique

Acide métaphosphorique HPO^3

Phosphate tribasique $R^4P^2O^9$

On voit, par ces formules, comment, de l'acide orthophosphorique avec trois hydroxyles, dérive l'anhydride phosphorique par élimination de trois molécules d'eau. La formation de l'acide métaphosphorique monobasique, qu'on obtient en versant l'anhydride phosphorique dans l'eau, s'explique très bien au moyen de la formule précédente : une molécule d'eau ouvre la liaison de l'atome d'oxygène du milieu et il se forme deux groupes hydroxyles. De la même façon, on peut se représenter qu'aux hautes températures où s'accomplit le procédé Thomas, les doubles liaisons des quatre atomes d'oxygène extérieurs de l'anhydride phosphorique s'ouvrent pour laisser entrer

[1] *Stahl und Eisen*, 1884.
[2] *Stahl und Eisen*, 1886.

chacune une molécule d'oxyde de calcium. J'ai déjà indiqué en 1886 que, par analogie avec ces représentations, il ne doit pas pouvoir exister de combinaisons de l'acide phosphorique tétrabasique solubles dans l'eau; à ma connaissance, on n'en a, en effet, pas trouvé jusqu'à présent.

A côté des combinaisons tétrabasiques de l'acide phosphorique et des ortho-silicates, les scories Thomas renferment encore des quantités plus ou moins élevées de spinelles, suivant que, dans l'exécution des opérations, on a plus ou moins soufflé et scorifié le métal. La scorie contient, en outre, des sulfures correspondant à une partie du soufre de la fonte destinée au soufflage.

III. — Emploi des scories.

Les scories formées d'oxydes et de sulfures métalliques, à l'exception de celles qui prennent naissance dans les processus aluminothermiques, retournent aux opérations métallurgiques, et il n'y a pas lieu de nous en occuper ici. L'alumine fondue obtenue par voie aluminothermique, matière analogue au corindon naturel, mais le dépassant en pureté et en dureté, trouve un emploi comme substance à polir ou comme matière pour la préparation de produits céramiques présentant une résistance extraordinaire aux acides et une grande conductibilité thermique. Ces modes d'emploi sont encore en voie de développement. Les scories silicatées et phosphatées ont déjà trouvé, par contre, une utilisation beaucoup plus étendue. A propos des scories silicatées, je me bornerai à parler des plus importantes d'entre elles, celles qui résultent de la métallurgie du fer dans les hauts-fourneaux.

§ 1. — Silicates.

L'importance économique de cette utilisation apparaît aussitôt si l'on considère que certaines grandes usines produisent par jour jusqu'à 3 millions de kilogs de scories. Il y a une quarantaine d'années, on employait encore surtout le charbon de bois comme combustible dans les hauts-fourneaux; les scories alors obtenues renfermaient tellement d'acide silicique que leur composition correspondait à celle des bi- ou tri-silicates. Ces scories sont très résistantes aux influences désagrégeantes des agents atmosphériques; elles peuvent être moulées directement à l'état fondu et employées comme pierres de construction. On voit encore aujourd'hui, dans les régions où des hauts-fourneaux à charbon de bois ont été en activité, des bâtiments, des murs de clôture, etc., en matériaux de cette sorte, qui se sont bien conservés. Aujourd'hui, aussi, en Silésie supérieure, par exemple, cet emploi s'est conservé dans les exploitations à hauts-fourneaux à coke, qui fournissent, par suite de certaines circonstances spéciales, des scories si acides qu'elles résistent à la dégradation atmosphérique. Par contre, en général, les hauts-fourneaux à coke, par suite de la teneur en soufre du coke, travaillent avec des scories dont le degré de silicatation est situé entre le sesqui- et le singulo-silicate. Ces scories se détruisent à l'air; dans les cas les plus favorables, seules les parties que l'ouvrier reconnaît d'un coup d'œil comme particulièrement acides peuvent être triées, et, après qu'elles ont été concassées, servir au cailloutage des routes ou des voies de chemins de fer. Dans certaines usines, cette partie forme le dixième de la quantité totale des scories; dans d'autres, on ne peut même pas songer à ce genre d'utilisation. Les énormes quantités qui restaient étaient encore tout récemment transportées sur les champs voisins, et l'on voyait en peu d'années s'élever, autour des usines, de grandes montagnes artificielles. On a commencé depuis quelque temps, après que ces montagnes ont subi un certain processus de désagrégation, à les fouiller et à en extraire les meilleurs fragments; au moyen de concasseurs et de tamis, on a préparé des morceaux de grosseur déterminée, qu'on a répandus sur les routes et les voies de chemins de fer, avec de bons résultats.

Mais, étant donnée l'importance de la production des usines modernes, ce n'est qu'exceptionnellement que le mode d'emploi précédent contrebalance l'accroissement des collines de scories. On a donc cherché depuis longtemps à utiliser celles-ci d'une autre façon. Déjà, en 1859, MM. Lürmann, Meyer et Witting, d'Osnabruck, firent connaître un procédé pour préparer des pierres de construction artificielles au moyen de scories de haut-fourneau. On pulvérisait la scorie refroidie lentement, mélangeait la poudre avec de la chaux éteinte, mettait la masse dans des formes et laissait les pierres se durcir à l'air. Le durcissement se produisait, comme dans le mortier à chaux ordinaire, par la formation de carbonate de chaux résultant de l'action de l'acide carbonique de l'air atmosphérique. La solidité de la pierre correspondait donc, suivant la qualité et la quantité de la chaux employée, à celle du mortier à chaux. Le procédé se montra beaucoup trop onéreux, parce que la pulvérisation des scories dures est très coûteuse, et qu'une addition relativement élevée de chaux est nécessaire pour obtenir des pierres de solidité suffisante.

En 1870, ce procédé reçût un nouvel essor. F. W. Lurmann trouva le moyen d'obtenir un écoulement continu de la scorie du haut-fourneau; en recevant celle-ci à l'état liquide dans un courant d'eau froide, elle se granule sous forme de sable à grains fins, ce qui épargne une pulvérisation sub-

séquente. Mais, là encore, pour obtenir des pierres d'une rigidité suffisante, une addition de 15 à 20 °/₀ de chaux était nécessaire, ainsi qu'un durcissement d'un mois à l'air. Pour préparer de grandes quantités de ces pierres, il fallait une étendue de terrain assez considérable, et le procédé donnait une proportion non négligeable de pierres défectueuses, par suite de la pluie et du gel. Pendant l'hiver, naturellement, la fabrication était complètement suspendue.

Sur ces entrefaites, on observa que la scorie granulée dans l'eau présente dans certaines circonstances des propriétés hydrauliques. On utilisa alors cette scorie à la formation de mortier, en l'employant pour la préparation du ciment de pouzzolane. Dans ce but, on faisait moudre environ deux tiers de scorie de haut-fourneau granulée avec un tiers d'hydrate de chaux. Ce ciment a fait pendant quelque temps une concurrence importante au ciment Portland. Toutefois, aujourd'hui, il n'est plus guère préparé que par quelques fabriques, parce que le ciment de pouzzolane possède des qualités inférieures à celles du ciment Portland et qu'il ne revient pas beaucoup moins cher. Le ciment de pouzzolane a un poids spécifique moindre; la densité et la solidité des murs ou du béton préparés avec ce corps ne sont pas si grandes qu'avec le ciment Portland, car la chaux additionnée ne forme qu'en partie des hydro-silicates avec l'acide silicique de la scorie, la majeure portion de cette chaux étant transformée en carbonate de chaux par l'acide carbonique de l'air atmosphérique. Les frais de fabrication ne sont pas minimes, car la calcination et l'hydratation de la chaux, la granulation par l'eau et le séchage des scories, et la mouture très difficile du mélange, demandent une dépense de travail presque aussi grande que la préparation du ciment Portland ordinaire.

Mais on constata alors qu'une addition au ciment Portland de scorie de haut fourneau granulée à l'eau et finement moulue, loin de le détériorer, l'améliore, au contraire, d'une façon appréciable. Aussi, depuis un certain nombre d'années, quelques fabriques de ciment, qui peuvent se procurer à bon compte des scories de haut fourneau, préparent-elles un ciment Portland obtenu en incorporant au ciment ordinaire 30 °/₀ de scorie granulée finement moulue; les résultats ont été en partie bons, en partie défavorables. On mit, en effet, de longues années à reconnaître que toutes les scories de haut-fourneau ne sont pas bonnes pour de telles additions. Les mécomptes résultant de l'emploi de scories non appropriées ont un peu discrédité l'utilisation de celles-ci dans l'industrie des ciments; celle-ci s'est séparée en deux camps : l'un comprenant les fabriques de ciment Portland pur, l'autre les usines qui préparent le ciment de scories, auquel elles ont donné le nom de ciment Portland ferrugineux. Ces dernières ont réalisé récemment d'assez grands progrès; abandonnant les vieilles méthodes de préparation du ciment Portland, elles fabriquent aujourd'hui, par calcination du sable de scories et de la chaux dans des fours et mouture de ce produit avec 30 °/₀ de sable de scorie, un ciment qui présente entièrement les propriétés de solidité et de durcissement du ciment Portland.

De nouvelles études dans ce domaine ont enfin conduit récemment à d'autres simplifications et améliorations. M. H. Passow, de Hambourg, en conduisant d'une façon spéciale les phénomènes de solidification des scories, est parvenu à obtenir des modifications qui, mélangées en proportions convenables et moulues sans addition de chaux, fournissent un ciment remarquable, connu sous le nom de ciment Hansa. Un rapide examen des phénomènes physico-chimiques qui se produisent dans la liaison et le durcissement du ciment fera comprendre les raisons de cet important résultat.

Divers savants ont signalé, dans le ciment Portland, la présence d'une série de minéraux différents. Törnebohm les a désignés sous le nom de *lit A*, *lit B*, *lit C*, *lit F*, et, à côté de ces constituants identifiables cristallographiquement et se distinguant très nettement, il a encore établi l'existence de quantités plus ou moins considérables de verre silicaté amorphe. D'après les recherches de Passow, lorsqu'on délaie le ciment avec de l'eau, le *lit A* et le verre sont capables de réaction, tandis que les *lit B*, *lit C* et *lit F* paraissent être indifférents et ne pas participer à la réaction. Cette réaction s'accomplit de telle façon qu'au contact de l'eau, le *lit A* met en liberté des quantités considérables de chaux, et que cette chaux libérée agit de son côté comme révélateur sur le verre du ciment Portland et l'amène à réagir. La production de chaux par le *lit A* est si considérable qu'on peut distinguer encore des quantités appréciables de chaux libre dans le ciment Portland délié et durci. Le ciment Portland ferrugineux, préparé avec 70 parties de ciment Portland pur et 30 parties de verre de scorie de haut-fourneau moulue, présente le même processus de durcissement, car la quantité de chaux libérée par le *lit A* est bien suffisante pour agir sur la quantité plus forte de verre silicaté amorphe. La teneur moindre en chaux libre du ciment Portland ferrugineux durci, comparativement au ciment Portland pur, provoque naturellement, d'un autre côté, une augmentation relative de la teneur en hydrosilicates, c'est-à-dire précisément les combinaisons qui donnent au ciment une plus grande solidité qu'au mortier. C'est ici qu'il faut

chercher l'explication de l'influence favorable de l'addition de scories, opérée d'une façon appropriée.

Les nouvelles usines de ciment Portland ajoutent au verre de scorie, dans la préparation du *klinker* au moyen de scorie et de chaux, la quantité de chaux qui est nécessaire pour agir sur le verre de scorie dans le délayage du ciment. Les mêmes phénomènes se répètent pour le ciment Hansa, préparé uniquement avec des scories, parce que M. Passow est parvenu, par un procédé particulier de granulation des scories, à traiter une partie de la scorie de telle façon qu'elle met en liberté des combinaisons calciques analogues au *lit A* et capables de réaction.

Enfin, un nouveau procédé d'utilisation des scories, au développement duquel j'ai personnellement contribué, repose sur l'observation que le ciment et des silicates de chaux réagissables se gonflent lorsqu'on les humecte d'eau. Le procédé utilise cette particularité en soumettant à une action intense de l'eau, par traitement à la vapeur sous pression, des scories de haut-fourneau d'une basicité suffisante, granulées à l'eau. Les scories se gonflent dans toute la masse et se décomposent, si l'opération est bien conduite, en une poudre amorphe, sèche et tendre, de la plus grande finesse, qui, mouillée avec de l'eau, se délaie et durcit comme le ciment. Ce procédé fournit un ciment d'une finesse non encore atteinte et à un prix relativement faible, car les frais de mouture et de calcination sont supprimés et remplacés seulement par un traitement simple à la vapeur d'eau, suivi éventuellement d'une séparation des corps étrangers par un courant d'air.

§ 2. — Phosphates.

Les scories Thomas furent, à l'origine, jetées sur les champs, ou, lorsqu'on manquait de matières phosphatées, ramenées à la fusion dans le haut-fourneau. De 1882 à 1884, diverses Sociétés essayèrent de décomposer par voie chimique cette scorie, qui renferme de 16 à 20 % d'acide phosphorique, de retirer cet acide sous forme de phosphate bibasique par précipitation avec de la chaux, et de l'utiliser comme engrais en agriculture. Plusieurs grandes fabriques furent érigées pour mettre en œuvre ce procédé; elles travaillaient depuis une année à peine lorsqu'on démontra, d'autre part, que la scorie Thomas, à l'état où elle est livrée par les aciéries, peut être transformée, par une simple mouture, en un excellent engrais. Ce procédé était beaucoup moins coûteux que le traitement par voie chimique, et il est aujourd'hui partout employé.

La pulvérisation de la scorie Thomas est une opération très difficile. Autrefois, on commençait par un concassage grossier, suivi d'une mouture fine par des meules analogues à celles des minoteries. Mais cette pulvérisation était accompagnée d'un tel dégagement de poussière que, malgré une énergique ventilation, il était à peine possible aux ouvriers de travailler dans les locaux; cette poussière présentait, d'ailleurs, une action extrêmement pernicieuse sur les poumons. La maison Stumm, de Neunkirchen, introduisit en 1886, à la suite d'un concours, une amélioration essentielle dans le procédé par l'emploi de moulins coniques fermés, qui ont beaucoup diminué la production des poussières et sont aujourd'hui partout en usage. Néanmoins, le travail dans les moulins Thomas est encore un des plus malsains qui existent.

L'emploi des scories Thomas moulues comme engrais s'est heurté cependant à quelques difficultés. Quoique la scorie soit réduite à un état de grande finesse, chaque granule apparaît encore sous le microscope comme un élément minéral isolé, qui doit subir un processus de désagrégation avant que son acide phosphorique ne soit assimilable par la plante. L'agriculteur est donc obligé de répandre la scorie Thomas sur ses champs en automne ou assez tôt au printemps pour que les agents atmosphériques et l'acide humique du sol aient le temps de mettre l'acide phosphorique en liberté avant que les plantes ne soient arrivées à l'état de développement où elles sont capables de consommer l'acide phosphorique. La fumure de plantes vivantes avec des scories Thomas serait sans utilité; elle serait même souvent nuisible, car les scories renferment fréquemment de la chaux vive non combinée et toujours du sulfure de calcium ainsi que du fer métallique finement divisé en quantité appréciable. Ces corps entravent le développement des plantes, comme l'ont expérimenté tous ceux qui ont essayé une fois de répandre la scorie sur leurs champs au printemps. La scorie Thomas moulue se conglomère quand elle est humide; elle doit donc être répandue à l'état sec, et alors elle est facilement entraînée par le vent. Elle ne peut pas être jetée en mélange avec des engrais humides, comme les sels de potassium, et elle augmente ainsi la durée du travail.

J'espère, toutefois, qu'ici mon procédé de pulvérisation des scories par l'action de la vapeur d'eau comprimée trouvera un emploi étendu. Les scories Thomas, par l'application appropriée de cette méthode, se décomposent aussi dans toute leur masse en une poudre amorphe extraordinairement fine, dans laquelle la chaux vive est complètement éteinte et le sulfure de calcium oxydé par l'action simultanée de l'oxygène de l'air. Le fer renfermé dans la scorie reste entier et peut être ensuite facilement séparé. La farine est donc débarrassée des

trois substances reconnues nuisibles pour les plantes; elle peut être humectée sans s'agglomérer, donc être mélangée avec les autres engrais minéraux. Comme cette farine est désagrégée jusque dans ses plus petites particules, l'acide phosphorique qu'elle contient est plus facilement accessible aux agents dissolvants du sol; elle peut donc, comme de nombreux essais l'ont prouvé, être employée avec avantage au printemps pour la fumure des plantes vivantes.

Enfin, le nouveau procédé présente encore l'avantage inappréciable d'éviter pratiquement tout dégagement de poussière et de faire disparaître le plus grand danger pour la santé des ouvriers.

J'espère avoir montré, par les lignes qui précèdent, la haute importance de l'emploi des scories qui se forment dans nos hauts-fourneaux.

W. Mathesius,
Professeur de Métallurgie
à l'Ecole Technique supérieure
de Berlin-Charlottenburg.

LE 6e CONGRÈS INTERNATIONAL DE ZOOLOGIE

(BERNE, 14-19 AOUT 1904)

Après avoir siégé à Paris (1889), Moscou (1892), Leyde (1895), Cambridge (1898), Berlin (1901), le Congrès International de Zoologie vient de se réunir, pour la sixième fois, à Berne, du 14 au 19 août 1904, sous la présidence du Professeur Studer. Le nombre des participants (plus de 400), celui des pays représentés (24 : Allemagne, Argentine, Australie, Autriche-Hongrie, Belgique, Brésil, Chili, Danemark, Egypte, Espagne, Etats-Unis, France, Grande-Bretagne, Italie, Japon, Luxembourg, Mexique, Monaco, Pays-Bas, Portugal, Russie, Suède et Norvège, Suisse, Uruguay) suffisent à montrer la vitalité de l'institution et son caractère hautement international. A tous ces hôtes, les zoologistes suisses ont fait un accueil cordial, empreint de la simplicité démocratique et de la sincérité qui marquent, chez nos voisins, toutes les manifestations de la vie publique.

Pour ses travaux, le Congrès a tenu, comme les précédents, deux catégories de séances, des assemblées générales et des séances de sections spécialisées.

I

Les assemblées générales ont eu lieu dans la salle des séances du Parlement Fédéral ou dans l'Aula de l'Université de Berne, et la dernière au Kursaal d'Interlaken. Il y a été fait des conférences sur des sujets généraux. M. R. Blanchard (Paris) a exposé les rapports entre la Zoologie et la Médecine, de plus en plus étroits, à la suite des découvertes presque quotidiennes dans la parasitologie et l'étiologie des maladies tropicales. M. Lang (Zürich) a fait revivre l'œuvre d'un précurseur suisse de Darwin, Moritzi. M. Salensky (Saint-Pétersbourg) a résumé les résultats acquis par l'étude d'un cadavre de mammouth, découvert il y a trois ans en Sibérie et qui put être très complètement utilisé pour la science, grâce à une expédition envoyée spécialement par l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg; l'anatomie, l'histologie même de l'animal, ses conditions de vie, sa nourriture et, par voie de déduction, les conditions physiques de la Sibérie à ce moment en sont beaucoup précisées; il en résulte que le mammouth était un habitant de pays froids et à végétation surtout herbacée, dont il se nourrissait; le cadavre a montré en même temps la fidélité des dessins préhistoriques, retrouvés ces dernières années en France par M. Capitan dans les grottes du Périgord. M. Osborn (New-York) a fait une revue, illustrée de nombreuses projections, des faunes mammalogiques tertiaires de l'Amérique du Nord et plus spécialement des Ongulés. M. Chun (Leipzig), qui a dirigé la récente expédition de la *Valdivia*, a exposé les lois principales de la répartition du plankton océanique; il s'en dégage surtout que, si ce plankton est plus riche au voisinage de la surface, il existe cependant à toutes les profondeurs; l'étude de sa composition et de ses caractères adaptatifs est des plus fructueuses. M. F. Sarazin (Bâle), à qui l'on doit de si belles explorations zoologiques à Ceylan et à Célèbes, faites en compagnie de son cousin, P. Sarazin, a retracé dans une conférence les principales données que l'on possède actuellement sur Célèbes, au point de vue de la Biologie en général, de la Géographie zoologique et de l'Anthropologie. M. Emery (Bologne) a montré, avec beaucoup de sagacité, l'appui que devaient se prêter les diverses parties des sciences biologiques, les dangers d'une méthode morphologique trop exclusive et la fécondité des observations éthologiques, même pour trancher certains problèmes de phylogénie, qui semblent tout d'abord relever exclusivement de la morphologie. Enfin M. Hoek, directeur du Bureau Océanographique International institué à

Copenhague, a résumé la genèse de cette institution, son programme et l'œuvre accomplie jusqu'ici par elle. Ces diverses conférences seront reproduites *in extenso* dans le volume du Congrès, ainsi que celle que M. Giard (Paris) devait faire sur « la castration parasitaire et son influence sur les caractères sexuels secondaires ». Comme on le voit, si certains de ces sujets sont, dans une large mesure, au moins, indépendants de l'actualité, la plupart portent le reflet de grandes entreprises biologiques récemment effectuées.

II

Les Sections spéciales organisées étaient au nombre de sept : *Zoologie générale*, *Vertébrés* (*Systématique*), *Vertébrés* (*Anatomie*, *Embryologie et Histologie*), *Invertébrés* (*moins les Arthropodes*), *Arthropodes*, *Zoologie appliquée*, *Zoogéographie*. On peut remarquer, d'un Congrès à l'autre, la tendance à l'augmentation du nombre de ces sections, reflet d'une spécialisation croissante dans le champ biologique de plus en plus vaste; s'il y a une nécessité indéniable à ces subdivisions, il ne faut cependant les créer qu'avec beaucoup de prudence, car elles rendent difficile aux assistants de suivre vraiment l'ensemble du Congrès et de profiter ainsi de la circonstance momentanée qui supprime l'isolement habituel du spécialiste. Peut-être eussent-elles pu être réduites à six ou même à cinq. Il n'y avait pas moins de quatre-vingt-onze communications inscrites à ces diverses sections, et ce nombre s'est encore accru au dernier moment de quelques unités. Nous ne pouvons naturellement ici les passer toutes en revue; d'une manière générale, il n'a été apporté au Congrès aucune révélation de fait sensationnelle, mais la plupart des nouveautés intéressantes des deux ou trois dernières années y ont été représentées par des communications accompagnées de démonstrations de pièces ou préparations. Ainsi la physionomie et l'intérêt propre de ces Congrès se caractérisent, de plus en plus, par l'action bienfaisante du contact momentané entre des hommes généralement rapprochés par les sujets d'études, mais éloignés par les distances, — et par le profit considérable retiré de la vision directe des choses, infiniment plus décisive que la lecture des textes.

A la Section de Zoologie générale, appartenaient naturellement les communications sur les variations, les mutations, la mécanique du développement, la régénération, qu'il est impossible de résumer ici. Citons toutefois celle de Godlevski (Cracovie) sur la régénération expérimentale de la queue chez les Tritons, où l'auteur met en évidence le rôle capital et assez complexe de la moelle épinière. Parmi les démonstrations qui y furent faites, signalons celles de Maas (Munich) sur le rôle du calcaire dans le développement des Eponges; des préparations de larves, élevées dans une eau privée de carbonate de calcium, montrent avec une extrême netteté l'avortement plus ou moins complet du système spiculaire. Vejdovski (Prague) exposait des préparations d'un organisme parasite dans le sang d'un Crustacé (*Gammarus Zschokkei*) du lac de Garschina, et que l'auteur considère comme une Bactérie (*Bacterium gammari*); or, on y trouve un noyau admirablement net, et l'on sait que, jusqu'ici, il avait été impossible de mettre en évidence un noyau bien individualisé chez les Bactériacées; le fait apporté par Vejdovski aurait donc un grand intérêt, si l'organisme en question était une véritable Bactérie; mais ce dernier point ne va pas sans quelque doute, et Schaudinn, notamment, a émis l'opinion qu'il pourrait bien être un Schizosaccharomycète, où des noyaux analogues sont bien connus par divers travaux, notamment ceux de Guilliermond.

A la même section, Looss exposait, avec nombreuses préparations à l'appui, la théorie qu'il soutient depuis quelques années sur les migrations des Ankylostomes, Nématodes parasites de l'intestin et causes de redoutables maladies, chez l'homme en particulier (anémie des mineurs). On a reconnu tout d'abord que la contamination se faisait par ingestion des larves dans la bouche et de là dans le tube digestif. Looss soutient (et ses préparations, provenant d'infections expérimentales réalisées surtout chez de jeunes chiens, ont paru absolument démonstratives) que les larves d'Ankylostomes peuvent pénétrer aussi par voie cutanée; déposées sur la peau normale, elles entrent dans les follicules pileux, s'enfoncent dans le derme, passent dans les vaisseaux lymphatiques et sanguins, arrivent ainsi au cœur, puis au poumon, de là gagnent les voies respiratoires, le larynx, l'œsophage et l'intestin. Ce fait, bien établi[1], a une portée pratique indéniable, car la prophylaxie, basée jusqu'ici sur l'hypothèse d'une contamination uniquement par voie buccale, semble être insuffisante; il est aussi intéressant à rapprocher de la propagation des Filaires, embryons à parasites du sang, qui pénètrent également par voie cutanée, au moment de la piqûre des moustiques où elles se sont développées.

La Section des Vertébrés (Systématique) a entendu, entre autres, d'intéressantes communications des paléontologistes américains, notamment

[1] Schaudinn (*Deutsche medic. Wochensch.*, 8 sept. 1904, p. 1338) vient aussi de réaliser, dans des expériences très précises, l'infection intestinale par voie cutanée, chez deux jeunes singes (*Inuus sinicus*).

d'Osborn sur la phylogénie du cheval. L'*American Museum of natural History* a recueilli, dans ces trois dernières années, des documents considérables à cet égard, et, de leur étude, Osborn croit pouvoir conclure à une origine polyphylétique des chevaux.

Dans la Section des Vertébrés (Anatomie), mentionnons la communication de Yung (Genève), où cet auteur exposait les résultats d'expériences sur l'influence de l'alimentation et de l'inanition sur la longueur de l'intestin chez des têtards de *Rana viridis;* mentionnons aussi les intéressantes recherches de Bashford Dean (New-York) sur l'œuf et le développement du *Chimæra colliei*; ses résultats indiquent que ce type est plus spécialisé que les Squales proprement dits. Kerbert (Amsterdam) apportait des préparations et des photographies relatives à l'embryogénie de la grande Salamandre du Japon, dont la ponte et le développement viennent d'être obtenus pour la première fois en aquarium. Van Wijhe (Groningue) présentait de magnifiques préparations d'embryons de Sélaciens, mesurant jusqu'à 10 centimètres de longueur, conservés, colorés et éclaircis dans le baume de Canada, *in toto*, et qui montraient le développement du squelette cartilagineux (crâne primordial, squelette viscéral, axe vertébral) avec une admirable netteté, grâce à une coloration élective de ce tissu par le bleu de méthylène. Citons, en dernier lieu, comme une intéressante rareté, un fœtus d'Eléphant d'Afrique, apporté par Lönnberg (Stockholm), et dont le placenta révèle, d'après l'auteur, des traces probables d'un état primitivement diffus.

La Section des Invertébrés (moins les Arthropodes) avait l'ordre du jour le plus chargé, d'où nous n'extrairons que quelques indications. Fuhrmann (Neuchâtel) exposait des préparations parfaitement convaincantes du *Dioïcocestus*, Cestode à sexes séparés qu'il a décrit récemment (V. *Rev. ann. de Zoologie*, p. 605). Bugnion (Lausanne) et Popoff ont décrit minutieusement la spermatogénèse du Lombric. Monticelli (Naples) a reconstitué le cycle évolutif d'un Nématode marin, l'*Ichthyonema globiceps*, parasite à l'état adulte dans un poisson du fond (*Uranoscopus scaber*) et dont la larve, parasite des *Sagitta*, est absorbée avec son hôte par la larve pélagique de l'Uranoscope. Pelseneer a attiré l'attention sur les particularités de la nutrition des embryons chez beaucoup de Mollusques Prosobranches et leurs rapports avec les circonstances et les conditions de milieu. Chez les *Purpura*, chaque coque ovigère renferme des centaines d'œufs, mais il n'en sort que quelques larves; l'auteur a vu que la plupart des œufs, après segmentation irrégulière, se fusionnent en une masse de réserves unique, aux dépens de laquelle se nourrissent les quelques embryons destinés à devenir des larves. Enfin, les faits si surprenants annoncés naguère par Schaudinn (V. *Rev. ann. Zool.*, p. 602), et d'après lesquels les Trypanosomes et les Hématozoaires endoglobulaires (certains tout au moins) seraient, non des types indépendants, mais des états variés d'un même cycle, ont reçu une première confirmation, d'après des expériences faites en Algérie sur la Chevêche (*Athene noctua*) et le moustique (*Culex pipiens*) par Ed. et Et. Sergent, de l'Institut Pasteur de Paris.

Dans la Section des Arthropodes, Heymons (Hanovre) a communiqué ses recherches sur le développement des Solifuges (*Galeodes*), qui, d'après lui, ne montre aucun rapprochement avec celui des Insectes, mais a bien le type Arachnide, plus primitif, d'ailleurs, que chez les autres Arachnides; ainsi l'embryon a des appendices temporaires sur tous les segments abdominaux, sauf le premier. Mlle von Linden (Bonn) signale que les pupes de Papillons (*Vanessa urticæ* et *V. io*), placées pendant vingt-quatre heures dans des atmosphères de CO^2 ou de Az, donnent les mêmes aberrations que celles soumises au froid ou à la chaleur; toutes les circonstances diminuant les combustions organiques augmenteraient les pigments noirs et diminueraient, au contraire, les pigments rouges (V. *Rev. ann. Zool.*, p. 596). Mais la caractéristique véritable de la Section des Arthropodes était la présence d'une brillante série de myrmécologues, tels que A. Forel, Ch. Janet, Emery, Wasmann, etc.; il y a donc eu sur les Fourmis, sur les Termites et sur les Insectes sociaux, en général, des communications nombreuses, suivies souvent de remarquables discussions.

La Section de Zoologie Appliquée, dont l'ordre du jour a été épuisé en une séance, a fourni plusieurs communications intéressantes sur l'organisation des musées ou sur la technique. On peut y rattacher l'exposition, faite par divers constructeurs, de microscopes ou d'appareils variés et de collections présentées d'une façon favorable à l'enseignement, etc.

Enfin, la Section de Zoogéographie avait réuni d'assez nombreux auteurs; les sujets traités, malgré leur intérêt souvent considérable, ne peuvent guère être résumés ici.

Parmi les démonstrations faites au Congrès, nous devons réserver une place spéciale à celle de Pizon (Paris) sur le développement des Botrylles, parce qu'elle a eu un légitime succès et qu'elle marque le début d'une nouvelle application du cinématographe. Pizon a eu l'idée de photographier à intervalles réguliers (toutes les 20 ou toutes les 10 minutes) une même colonie de Botrylles vivants, fixée sur une lame de verre et placée dans un petit

aquarium disposé en face d'un appareil micro-photographique. Les photographies successives étaient prises sur une bande cinématographique et reproduisaient les changements survenus pendant une période de huit jours, par exemple, période pendant laquelle s'accomplit l'existence et la dégénérescence d'une génération d'ascidiozoïdes et son remplacement par les bourgeons qu'ils ont produits. En faisant passer cette bande sous les yeux des auditeurs, dans un cinématographe ordinaire, on assiste en une minute à toutes les transformations qui se sont accomplies en huit jours; la durée de ces transformations est donc fortement abrégée, mais, par là même, certaines d'entre elles deviennent bien plus frappantes. C'est une application inverse de celles que l'on a demandées jusqu'ici à la chronophotographie. Marey l'avait utilisée surtout, en effet, pour analyser les mouvements trop rapides. L'exemple choisi par Pizon se prêtait très bien à cette méthode, qui est une ingénieuse innovation et qui peut conquérir une place importante dans les conférences ou cours publics.

III

Le Congrès, enfin, a émis divers vœux ou résolutions; nous signalerons celui proposé par le baron de Berlepsch, et présenté en son absence par Kleinschmidt, d'introduire dans les diverses législations des dispositions protégeant les espèces animales non nuisibles et que l'évolution de la civilisation tend à faire disparaître. M. Ed. Perrier a exprimé le désir qu'à la prochaine session, on s'occupât de coordonner davantage l'activité scientifique en Biologie, de façon à mieux utiliser les efforts individuels.

Enfin, l'assemblée a décidé d'accepter l'invitation faite par les zoologistes américains pour la prochaine session, qui aura lieu en conséquence en 1907 à Boston, sous la présidence d'Alex. Agassiz. Nos collègues américains se préoccupent dès maintenant de faciliter le voyage aux savants d'Europe, pour cette première session transatlantique.

Pour compléter la physionomie du Congrès, il ne faut pas négliger le cadre dans lequel il s'est accompli. La ville de Berne, avec sa physionomie caractéristique, sa belle situation, son magnifique horizon que le temps favorable nous permit d'admirer, avec les distractions que nos hôtes surent nous fournir chaque soir, laisse à tous un agréable souvenir. Le 19 août, un train spécial, puis un bateau nous conduisirent à Interlaken, où eut lieu la dernière assemblée générale, et où les autorités locales offrirent un déjeuner aux membres du Congrès. Le Congrès officiellement clos, nous n'avions pas épuisé l'hospitalité de la Suisse; Genève, patrie naturelle ou adoptive d'une illustre pléiade de biologistes, Trembley, Bonnet, de Saussure, de Candolle, Pictet, Claparède, C. Vogt, Fol, etc., tenait à recevoir à son tour les congressistes; ils y furent donc le samedi 20 août; après un déjeuner au foyer du théâtre, eut lieu une visite du Musée et de l'Institut Zoologique. M. H. de Saussure avait invité les membres du Congrès à un lunch dans sa propriété de Genthod; enfin, le soir, une fête de nuit magnifique sur la rade terminait cette dernière journée.

Maurice Caullery,
Maître de Conférences
à l'Université de Paris.

Félix Mesnil,
Chef de Laboratoire
à l'Institut Pasteur, Paris.

LES MALADIES CUTANÉES ET VÉNÉRIENNES CHEZ LES INDIGÈNES MUSULMANS D'ALGÉRIE

PREMIÈRE PARTIE : AFFECTIONS DE LA PEAU

La pathologie des indigènes algériens possède des caractéristiques assez nombreuses. On sait, en effet, que, sujets aux coups de la variole, aux affections des yeux et du poumon, aux infestations vermineuses et à certaines intoxications alimentaires, ils présentent, au contraire, une immunité considérable vis-à-vis de la fièvre typhoïde et aussi de certains cancers. Mais les caractéristiques de leur morbidité ne s'arrêtent pas là, et nous relevons encore des particularités curieuses, du côté des affections cutanées et vénériennes.

Dans un pays comme l'Algérie, on peut même dire qu'en dehors de la malaria et de la dysenterie, maladies surtout estivales, le reste de l'année, la couleur locale nous vient en général de la pathologie cutanée, plus particulière : éléphantiasis des Arabes, lèpre, miliaires, mycoses, pied de Madura, clou de Biskra, et aussi des diverses modalités des affections vénériennes si répandues (syphilis kabyle, phagédénisme des indigènes).

Ce sont ces dernières choses que nous tenons à faire ressortir au cours de cette étude.

Sans doute, les affections proprement dites du tégument externe ne sont pas aussi graves chez

nos indigènes que pourraient le faire supposer, *a priori*, leur incurie et leur malpropreté; il y a longtemps déjà qu'on a fait cette observation pour les Kabyles, qui ignorent le plus les soins corporels et s'enveloppent dans des vêtements sordides (Vincent, 1862).

Mais, au lieu de se borner à marquer son étonnement, il faut essayer d'expliquer cette constatation. Tout d'abord, on doit se souvenir qu'en raison même de leur misère et de leur manque d'hygiène, une sélection sévère s'établit parmi les indigènes dès la première enfance, que seuls les forts résistent et que tous ceux qui présentent des tares un peu marquées disparaissent. Ensuite, il faut remarquer que, chez les indigènes fatalistes, les réactions nerveuses sont très faibles, que leurs téguments, exposés aux contacts grossiers, aux intempéries, dès l'enfance, présentent une indifférence ou, du moins, une résistance marquée vis-à-vis des attaques extérieures.

Certainement, ils mangent des mets grossiers et parfois fort épicés : du couscouss arrosé de merga, des dattes échauffantes, qui constituent à peu près toute la nourriture dans les Ksour du grand Sud; mais leur vie au grand air, leur régime végétarien[2], leur existence sans soucis moraux, leur abstinence d'alcool, de charcuterie, suffisent à expliquer, du moins en partie, chez eux, le peu d'éruptions d'origine interne.

Toutefois, la gamme des affections cutanées est encore quelque peu variée, et certaines affections se présentent chez nos indigènes avec une prédilection particulière.

Ils sont surtout en but aux affections parasitaires, ce qui n'a rien d'étonnant pour des individus malpropres, dont beaucoup ne se déshabillent même pas pour se coucher.

Le Tableau I nous indique tout d'abord les principales maladies cutanées qui ont été soignées chez des indigènes à la Clinique dermatologique d'Alger (1894-1903).

En outre des affections qui s'y trouvent signalées, nous relevons encore un cas de séborrhée et un cas des maladies suivantes : folliculite, dermatite, érythème papuleux, érythème pellagroïde, chéloïde, xéroderma, pigmentosum, sclérodermie, purpura, prurigo, ce qui nous fait 236 cas; mais il faut nous empresser de faire remarquer que ce chiffre ne comprend ni les cancers cutanés (7 cas), ni les lupus (40 cas) observés chez les indigènes; nous avons fait aussi abstraction de quelques autres quantités négligeables (ulcérations diverses)[1].

L'énumération même que nous venons de faire montre bien que nous avions raison de dire que l'échelle des maladies de la peau est encore assez variée; toutefois, déjà de ce simple tableau, qui n'est qu'un modeste aperçu de la pathologie cutanée indigène, on peut déduire que certaines affections se rencontrent dans des proportions assez faibles.

La gale (74 cas), l'eczéma (37 cas), l'ecthyma (30 cas), le favus (27 cas), le psoriasis (14 cas), se montrent seuls avec des chiffres déjà respectables.

TABLEAU I. — *Statistique des principales maladies cutanées chez les indigènes musulmans*[1] *soignés à la Clinique d'Alger de 1894 à 1903. (Cancers cutanés et lupus exceptés.)*

ANNÉES	ANTHRAX	ECZÉMA	PSORIASIS	GALE	FAVUS	IMPETIGO	PITIRIASE	LÈPRE	ÉLÉPHANTIASIS	ECTHYMA	FURONCULOSE	KÉRATODERMIE	PEMPHIGUS	LICHEN	PIED DE MADURA	SYCOSIS	TOTAUX
1894	1	2	1	5	10	»	»	1	»	5	1	»	»	»	»	»	26
1895	1	4	»	14	2	»	»	1	»	2	»	»	»	1	»	»	25
1896	»	2	»	13	3	»	»	»	»	4	»	»	»	»	1	»	23
1897	»	»	1	5	1	1	»	»	»	1	1	1	»	1	1	»	13
1898	»	5	1	9	2	»	»	»	»	3	»	1	1	2	»	1	25
1899	»	3	4	7	1	»	2	»	»	2	»	2	»	»	»	»	21
1900	»	6	3	1	»	3	4	1	»	4	»	»	1	»	»	»	23
1901	1	4	1	10	»	1	»	»	»	5	1	»	»	1	»	»	24
1902	»	5	»	4	4	»	»	»	1	2	»	»	»	1	»	»	17
1903	»	6	3	6	4	2	2	»	3	2	»	»	1	»	»	1	30
	3	37	14	74	27	7	8	3	4	30	3	4	3	6	2	2	227

[1] Un certain nombre d'observations citées dans cet article ne sont pas comprises dans ce tableau, qui s'arrête à la fin de 1903; ces cas sont plus récents et n'ont été observés qu'en 1904; d'autres observations ont été prises par moi en dehors de la Clinique; toutes les photographies appartiennent à des malades que nous avons soignés nous-même.

[2] L'alimentation végétale pousse moins à la peau; même chez les Ksouriens, qui se nourrissent surtout de dattes qui les constipent, les affections de la peau ne sont pas particulièrement nombreuses.

[1] Je ne dis rien non plus du phagédénisme des plaies; j'y reviendrai, dans un second article, à propos des maladies vénériennes.

I. — Parasites animaux.

La gale (Djereb), qui semble plutôt rare chez les ruraux de la Kabylie, atteint le chiffre le plus élevé dans notre tableau; en effet, les indigènes des villes sont beaucoup plus touchés. De temps à autre, en raison de la saleté et de l'incurie des porteurs, nous voyons même chez nos sujets des formes à développement inusité; ces jours derniers, nous avions encore dans le Service un nègre qui en présentait un assez bel exemple. Autrefois, ces formes de la maladie, isolées ou combinées avec la syphilis et la tuberculose cutanée, ont pu donner lieu à des erreurs d'interprétation (lèpre kabyle).

Les punaises pullulent dans les grandes villes du Tell, mais les puces y semblent moins répandues qu'en France; très gênantes en certaines régions, la Kabylie notamment, elles *n'existent pas du tout dans l'extrême Sud*. En revanche, les poux de tête et de corps se rencontrent en nombre chez nos indigènes d'un bout à l'autre du pays; seuls les poux du pubis sont un peu plus rares, en raison de la pratique assez répandue du rasement, voire même de l'épilation de la région pubienne et des aisselles.

Fig. 1. — *Herpès circiné à cercles très multipliés, chez un indigène.*

Parmi les animaux butinants, signalons les mouches, les moustiques.

Les mouches infestent très souvent les plaies des Kabyles. Lors du rapatriement de Madagascar, en 1895, presque tous nos malades de la *Ville de Metz* avaient leurs plaies infestées par les mouches, et de nombreux vers grouillaient dans les ulcères et les foyers plus ou moins anfractueux des plaies. Après le débarquement, avant qu'on eût pu les panser, la principale occupation de tous ces hommes était de jeter ces hôtes infects hors de leurs plaies, en les soulevant avec précaution à l'aide d'une petite paille ou d'une petite baguette.

Depuis, j'ai rencontré la même infestation dans de nombreuses plaies, au moment de l'entrée dans le Service.

Pour ce qui est des moustiques, nous n'insisterons pas sur les Anophèles, qui piquent la nuit et donnent la fièvre dans la campagne; les *Culex*, plus répandus, sont plus agressifs au point de vue des téguments; leur piqûre détermine une cuisson plus grande et est parfois suivie de complications septiques. Au début, dans mon Service à l'Hôpital de Mustapha, les malades étaient couverts de piqûres de ces insectes durant les mois d'été et d'automne; j'ai fait assainir les cours et détruire les femelles dans les boiseries pendant l'hiver; depuis, la situation s'est franchement améliorée.

En dehors des animaux venimeux, je dois signaler quelques espèces qui occasionnent des piqûres assez douloureuses, dont les effets se limitent aux téguments : araignées diverses, galéodes, scolopendres.

Les chenilles processionnaires, assez communes en Algérie, peuvent, en outre, occasionner des éruptions impétigineuses, lorsqu'elles viennent à être en contact avec les téguments[1].

II. — Teignes.

La teigne faveuse (Feurtsa) est surtout répandue; à chaque instant, chez nos malades indigènes, nous

[1] Les parasites cuticoles habituellement rencontrés dans

voyons des cicatrices indélébiles, parsemées de quelques poils clairsemés et lanugineux, traces caractéristiques de l'affection.

Les enfants sont, en effet, très souvent porteurs de cette maladie, aussi bien dans nos régions que dans les oasis du grand Sud; de temps à autre, nous observons la maladie en pleine évolution chez les adultes, et nous avions l'an dernier un malade qui présentait un favus généralisé sur tout le corps.

Fig. 2. — *Plaque de tricophytie du cuir chevelu chez le même individu, âgé de 25 ans* (fig. 1).

Je n'insiste pas sur les traitements étranges qui sont en faveur chez les Arabes, vis-à-vis de cette affection.

Les teignes de l'enfance sont moins fréquemment observées; je n'ai pas eu l'occasion de voir jusqu'à présent la tondante de Gruby-Sabouraud chez les jeunes indigènes; j'ai, au contraire, observé la tricophytie à grosses spores.

Nous avons encore actuellement, dans notre Service, un indigène de *vingt-cinq ans*, qui exerce la profession de cocher et qui nous a présenté à la fois une quantité de cercles d'herpès circiné sur la peau glabre, ce qui n'a rien d'étrange, et une tricophytie du cuir chevelu, ce qui est tout à fait anormal, étant donné l'âge du sujet.

Fig. 3. — *Un cas d'alopécie séborrhéique chez un taleb atteint en même temps de lésions tertiaires du nez.*

En raison de l'intérêt de cette observation, nous avons fait photographier cet homme (fig. 1 et 2)[1].

III. — Pelade, Séborrhée.

De l'avis absolument unanime de ceux qui ont exercé un certain temps en Algérie, la pelade n'existe pas chez l'Arabe; en tout cas, si elle se rencontre, cela doit être d'une façon tout à fait exceptionnelle, car, depuis douze ans que nous sommes dans ce pays, nous n'en avons pas encore observé un seul cas, alors que nous en avons soigné, au contraire, de nombreux cas chez les Européens et chez les Israélites.

La séborrhée est très rare chez les indigènes; on ne la rencontre que chez les « intellectuels », chez les savants; la figure 3 montre une alopécie séborrhéique chez un taleb porteur d'une syphilis tertiaire ayant intéressé le lobule du nez et la sous-cloison.

IV. — Eczema, Lichen.

L'eczéma (Hazaza elli iokhedj menhou elma : la dartre dont il sort de l'eau) se rencontre de temps en temps chez les indigènes, soit à l'état aigu, soit à l'état chronique; je n'insisterai pas sur les pommades à la moelle de bœuf et sur les divers et plus

les colonies plus chaudes ne se voient que chez des rapatriés : dragonneau.

[1] L'érythrasma, sans être aussi fréquent que dans certaines contrées plus chaudes, se voit néanmoins. Bertherand a signalé un cas de plique chez un indigène de Guelma.

ou moins baroques liniments appliqués en pareil cas.

Le prurigo, le lichen, se rencontrent aussi parfois (statistique : 6 cas)[1].

V. — Psoriasis.

Les psoriasis vrais qu'il m'a été donné de voir avaient débuté dans l'enfance, comme c'est la coutume, et avaient déjà présenté maintes récidives; la topographie de l'éruption était typique, il s'agissait de cas plutôt discrets; un malade, entré plusieurs fois dans notre salle Hardy, a présenté des arthralgies assez violentes[2].

VI. — Pemphigus.

Le pemphigus, comme on le voit, est représenté dans notre statistique ; l'an dernier, une femme indigène nous a présenté une forme de pemphigus à forme chronique, maladie très grave qui se termine habituellement par la mort : notre malade n'a pas fait exception à la règle et a succombé, après avoir présenté une série d'éruptions bulleuses généralisées.

Fig. 4. — *Indigène atteint d'asphyxie locale des extrémités; sphacèle du lobule du nez et d'une petite portion de l'hélix du côté gauche.*

VII. — Leuco et Mélanodermies.

Le vitiligo, l'albinisme total ou partiel se voient chez les indigènes et chez les nègres; ces affections se rencontrent un peu plus dans le Sud, le Sahara et la région du Souf.

On a décrit dans l'Afrique septentrionale, mais ceci, sachons-le bien, sans aucun examen microscopique positif, une affection semblable au Pinto.

En somme, ici, et j'en ai vu plusieurs exemples, on voit *assez souvent* des fausses leuco-mélanodermies consécutives à diverses efflorescences cutanées. Au moment du rapatriement de Madagascar, sur la *Ville de Metz*, un des malheureux convoyeurs de cette trop sinistre cargaison était absolument « pie »; cet homme, qui échoua dans mon Service, au Lazaret de Matifou, avait été surnommé « le caméléon » par les gens du bord. Dans les larges aires dépigmentées, distribuées d'ailleurs très irrégulièrement et légèrement excoriées en quelques points, la peau blanche, ou plutôt d'une teinte rosée, paraissait amincie. Combien de fois n'ai-je pas vu de choses identiques chez mes syphilitiques.

La plupart des jeunes convoyeurs kabyles que j'ai soignés au retour de Madagascar avaient le visage constellé de taches blanches, vestiges d'éruptions variées.

Dans un nombre considérable de cas de dyschromie, en raclant les taches et leur pourtour, je n'ai pu, malgré des recherches persévérantes, déceler le moindre champignon; je me garderai donc bien de dire qu'il y a ici, soit des *Caratès*, soit du Pinto ou l'une quelconque de ses variétés.

Les fausses leuco-mélanodermies se rencontrent non seulement à la suite d'éruptions *a calore*, mais encore dans la syphilis, la lèpre et même les suites des poussées éléphantiasiques; j'en ai par devers moi plusieurs observations.

J'ai actuellement dans le Service un indigène qui porte une mélanodermie phtiriasique généralisée : *la face, les muqueuses sont prises*; les lèvres, les gencives, les joues, les piliers, le voile du palais, sont marbrés de traînées d'un noir bleu, analogue à la teinte rencontrée sur les téguments; cette observation peut prendre place à côté de celles de Besnier, Thibierge, Danlos, etc.

Le malade ne présente aucun des signes cardinaux de la maladie d'Addison; il a eu nettement de la phtiriase à maintes reprises; d'ailleurs, la coloration anormale n'est pas en nappe, mais bien

[1] Les kératodermies des extrémités se voient de temps à autre.

[2] J'ai actuellement dans le Service un indigène atteint d'un psoriaris très discret, qui ne porte que sur les lèvres et la verge; à première vue, sur cette dernière, on pourrait penser à du lichen; mais, quand on regarde de plus près, on voit que le diagnostic de psoriasis est indéniable.

plutôt constituée par un piqueté ardoisé très serré et même confluent par places, surtout à la base du cou et à la ceinture. Chose curieuse, notre sujet était porteur de tatouages, et l'on peut constater que le « *tatouage des poux* » a effacé en partie le « *tatouage des hommes* ».

Pour ce qui est des leuco-mélanodermies vraies, c'est-à-dire primitives, *elles sont très rares.*

VIII. — Gangrènes cutanées.

Elles peuvent être sous la dépendance d'infections diverses, de la sénilité, du diabète, du froid, d'une mauvaise alimentation (ergotisme, pommes de terre avariées), etc... ; les bechnas charbonneux (sorghos indigènes) donnent en Kabylie des accidents très semblables à l'ergotisme (Legrain).

A côté de ces faits, signalons cette observation qui sort de l'ordinaire et se rapporte à un cas de maladie de Maurice Raynaud (fig. 4).

M. B. A..., âgé de cinquante ans, originaire de Port-Gueydon, est entré dans notre salle Hardy avec de l'asphyxie locale des extrémités. Le sujet en question, qui n'a aucune autre cause de gangrène, du moins d'après nos minutieuses recherches, qui n'a ni sucre, ni albumine dans ses urines, nous a présenté, au moment de son entrée dans le Service, de l'asphyxie blanche des orteils, deux escarres au-dessus des régions talonnières, enfin une escarre du lobule du nez; durant son séjour, nous avons vu survenir, sous nos yeux, deux nouvelles escarres, une au milieu de l'hélix de l'oreille gauche et une sur le deuxième orteil du pied droit.

Fig. 5. — *Noma de la joue droite chez une femme indigène d'une trentaine d'années.*

Enfin, bien que l'observation suivante sorte un peu à proprement parler de ce cadre, nous la rapporterons cependant en raison de sa rareté; il s'agit d'un *noma chez une indigène d'une trentaine d'années*, mariée deux fois. La maladie débuta à droite (fig. 5) et détermina la gangrène d'une grande partie de la joue (désinfection, cautérisations profondes). Dans le Service même, une récidive eut lieu à gauche; mais il y eut seulement séquestration des rebords alvéolaires et quatre dents furent cueillies avec leurs alvéoles.

La malade est sortie cicatrisée; toutefois, avec l'insouciance de ses congénères, elle n'a pas voulu attendre une autoplastie que nous lui avions proposée. La maladie ne présentait pas de traces nettes de syphilis héréditaire ou acquise; elle a guéri sans traitement spécifique[1].

IX. — Ecthyma, impétigo, éléphantiasis des Arabes.

Les indigènes, fréquemment en contact avec les animaux et les objets malpropres, sont tout indiqués pour servir de terrain propice à l'ecthyma, qui prend parfois chez eux un grand développement, grâce à leur défaut de soins, à la sordidité de leurs vêtements et aux auto-inoculations de grattage. Nous avons vu des cas particulièrement sérieux chez les débardeurs et les charbonniers du port d'Alger.

L'impétigo, également dû au streptocoque, se voit de temps à autre, soit à la face, soit au cuir chevelu; nous en avions tout dernièrement encore des spécimens chez des adultes.

L'éléphantiasis streptococcique, dit des Arabes et dénommé par eux Djedam, se rencontre surtout aux membres inférieurs (fig. 6) et aux bourses.

Les Arabes et les Kabyles marchent pieds nus et, par conséquent, sont très sujets aux traumatismes et aux infections surales et podaliques.

Enfin les irritations, les infections répétées des bourses (gale chronique, érythème, prurigo, eczéma, érythrasma), les sudations exagérées, la malpropreté,

[1] La malade, avant son entrée dans le Service, n'avait suivi aucune médication.

expliquent les localisations du côté des organes génitaux ; indépendamment de l'éléphantiasis, je vois là une raison de la fréquence plus grande de l'hy-

Fig. 6. — *Éléphantiasis du membre inférieur droit.*

drocèle simple et de l'hydrocèle suppurée dans les pays chauds.

Cependant, j'ai observé aussi l'œdème éléphantiaque du membre supérieur, notamment chez un individu qui présentait à la fois un éléphantiasis des bourses, qui a été opéré dans le Service, et *un œdème énorme du bras droit*, qui a été amélioré par un traitement non sanglant.

En dehors de l'éléphantiasis streptococcique, on peut observer de temps à autre des formes plus rares dues à la syphilis, ou encore consécutives à des adénopathies volumineuses en évolution, ou traitées par l'extirpation.

On ne pourrait rencontrer l'éléphantiasis filarien que dans l'Extrême Sud, ou chez des rapatriés d'autres colonies.

On a dit que l'éléphantiasis des Arabes était devenu rare depuis quelque temps; il se trouve encore assez fréquemment : nous en voyons quatre cas signalés chez des indigènes dans la statistique du Service dermatologique ; quelques mois avant de prendre ce dernier Service, nous en avions eu deux autres cas, toujours chez des indigènes, dans notre Clinique annexe des pays chauds. D'ailleurs, ces chiffres ne représentent pas, à beaucoup près, la totalité des cas; d'autres individus, entrés dans le Service pour d'autres affections, avaient des éléphantiasis au début qui n'ont pas été retenus. Dans ces derniers temps, j'ai opéré trois scrotums volumineux[1] et un éléphantiasis de la vulve (grandes et petites lèvres) chez une Mauresque.

Toutefois, il faut le reconnaître, on voit moins souvent qu'autrefois des hypertrophies démesurées, parce que les gens viennent plutôt demander des soins.

X. — Furonculose.

La furonculose est toujours assez développée dans les pays chauds; elle se rencontre assez fréquemment chez nos indigènes. L'anthrax s'observe également.

XI. — Botryomycose.

Les champignons d'origine infectieuse banale, qu'on a voulu naguère élever au rang d'entité morbide sous le nom de botryomycose, s'observent en raison du peu de soins que les indigènes prennent de leurs plaies. Au point de vue du traitement de ces dernières, on rencontre encore les préjugés les

Fig. 7. — *Clou de Biskra (poignet).*

plus étranges, et l'on sait combien les déjections humaines ou animales jouent encore un grand

[1] La verge était également hypertrophique.

rôle en thérapeutique, dans de semblables milieux.

La figure 8 montre le pied d'un vieil indigène atteint d'un de ces champignons volumineux (96 grammes), où nous avons trouvé des amas mûriformes et des microbes vulgaires, entr'autres du staphylocoque blanc; sa tumeur présentait nettement un chapeau et un pédicule. Le chapeau, d'un brun noirâtre, montrait par-ci par-là quelques rares traînées blanchâtres, surtout sur son pourtour; c'étaient des vestiges de la couche dermo-épidermique éclatée. Au-dessous du chapeau se trouvait une rigole abritant quelques larves de *Musca vomitoria*, et au centre le pédicule circulaire, d'un diamètre de 3 à 4 centimètres, sensiblement égal à la moitié de la portion renflée du champignon.

La coupe histologique du chapeau semblait être celle d'un sarcome à cellules fusiformes; néanmoins, le malade a guéri par la simple abrasion du pédicule au thermocautère; *ce pédicule était d'ailleurs entièrement fibreux et très peu vasculaire*; il n'y a pas eu la moindre velléité de récidive.

Fig. 8. — *Champignon botryomycosique volumineux.*

XII. — Bouton des pays chauds.

Le bouton des pays chauds, qu'on appelle encore improprement le clou de Biskra, et que les indigènes dénomment Bess el temeur ou plus simplement hhabb, existe non seulement dans cette région, mais encore à Laghouat, Tuggurth, dans la zone des Zibans, du Djerid, de l'Oued-R'hir et bien ailleurs. Les indigènes sont moins atteints que les Européens; je n'ai jamais eu l'occasion de constater le clou chez eux. La figure 7 représente un bouton observé sur le poignet d'un Européen[1].

On a donné au bouton le nom de chancre du Sahara; de ce côté, la délimitation de sa zone géographique est assez imprécise.

[1] Cet homme avait, en outre, un clou sur la face, et sur le membre atteint on constatait de très nombreuses nodosités le long des lymphatiques.

XIII. — Pied de Madura, Farcinose, Actinomycose.

Depuis l'observation de Gémy et Vincent, on a signalé une douzaine d'observations de mycétome chez des indigènes Kabyles; comme on le sait, on n'a observé que la variété grise en Algérie.

La farcinose cutanée, l'actinomycose, peuvent être également observées; mais elles ne sont pas plus particulièrement fréquentes.

XIV. — Éruptions sudorales.

Durant les mois d'été, en raison des sueurs profuses, incessantes, en raison de la poussière soulevée, principalement par le vent du sud (siroco), les irritations et les infections des téguments externes se montrent avec fréquence chez les Européens : érythèmes, intertrigo, miliaires. Aux bourbouilles, viennent s'adjoindre les furonculoses et les ulcérations cutanées multiples, surtout chez les jeunes enfants[1]. Sans doute, les érythèmes, l'intertrigo, les miliaires, ne sont pas inconnus des indigènes, mais ces affections se voient, en général, un peu moins fréquemment chez eux[2].

XV. — Lèpre, Baras, Beurst[3].

Alors que, dans les ports du Tell, nous voyons surtout des lépreux d'origine espagnole[4] et maltaise, on peut, au contraire, observer dans l'intérieur quelques spécimens de lèpre chez les indigènes. Brassac, il y a déjà longtemps, indique que certains villages indigènes arabes et kabyles

[1] J'ai dû ouvrir ainsi jusqu'à vingt-six abcès à une jeune Israélite.

[2] Toutefois on rencontre même l'érythème solaire.

[3] Il faut se méfier de ces dénominations vagues, qui englobent presque toutes les dermatoses, comme le crawcraw chez les nègres.

[4] Depuis que j'ai ce Service, j'en ai trouvé trois cas nouveaux, dont un qui nous avait été envoyé pour syphilis.

sont atteints : vallées de l'Atlas, région de Biskra.

Il est bien certain que les premières informations données par les médecins militaires au début de la conquête sont un peu floues et manquent peut-être de toute la précision scientifique désirable (Bertherand, Guyon, Arnould, etc.); il est bien probable, cependant, que, parmi les cas cités, il y avait quelques lèpres authentiques.

Quoi qu'il en soit, la syphilis et la tuberculose ont dû être mélangées avec la maladie en question. Le premier médecin qui paraît avoir reconnu la lèpre d'une façon positive en Algérie est le médecin principal de l'armée Léonard. Voici ce que dit textuellement M. Gémy, mon prédécesseur, dans sa leçon d'ouverture de l'année 1898-1899[1] :

« C'était en 1864 ou 1865; j'avais dans le Service de Chirurgie un indigène présentant un facies spécial, avec des tumeurs et des ulcérations sur tout le corps, dont la nature m'était inconnue. Je fis appel à la science du Dr Léonard : il n'hésita pas à porter le diagnostic de lèpre tuberculeuse et *m'affirma avoir observé plusieurs cas semblables, parmi les indigènes, dans sa carrière de médecin militaire en Algérie.*

« A cette époque, la lèpre était pour nous un véritable mythe, et jamais, ni dans l'enseignement des facultés, ni dans les livres classiques, nous n'en avions entendu parler. C'était une maladie dont le souvenir se perdait bien loin dans le passé.

« Ce n'est que beaucoup plus tard, en 1885, après une fréquentation assidue de plusieurs mois à l'hôpital Saint-Louis, où se trouvaient une douzaine de lépreux, que je pus, par un diagnostic rétrospectif, confirmer celui que le Dr Léonard avait porté sur mon malade. »

Bien entendu, toutes ces choses ont été précisées par Gémy, qui s'est occupé le premier de la question d'une façon complète. Dans le relevé de la Clinique dermatologique de 1894 à 1903, nous trouvons trois cas chez des indigènes mâles et un cas chez une femme (Gémy).

Divers auteurs, dans ces dernières années, ont également relevé des cas de lèpre chez les indigènes (Vincent, Rouget, Leroy, Legrain, etc.)[1].

[1] Brochure de l'imprimerie Jourdan, 1898. Alger.

XVI. — Lupus, Tuberculose cutanée.

La syphilis tertiaire, qui est la dominante, a un peu trop effacé, à notre avis, le lupus, qui est lui-même relativement assez répandu dans notre population indigène; les deux maladies coïncident d'ailleurs parfois sur le même sujet. Toutes les formes de lupus sont représentées : lupus tuberculeux, tuberculo-érythémateux, ulcéreux, scléreux, etc.

Fig. 9. — *Jeune Kabyle. Lupus érythémateux en lorgnette.*

A côté de ces variétés d'origine nettement bacillaire, signalons également le *lupus érythémateux* que nous avons observé plusieurs fois; la figure 9 se rapporte à une petite Kabyle atteinte de *lupus érythémateux en lorgnette.*

Nous avons vu des lupus sur les régions les plus variées (fig. 10); nous avons même observé la localisation au cuir chevelu chez une femme indigène d'une quarantaine d'années.

La statistique des affections lupiques recueillie pendant vingt ans à la Clinique, et que nous reproduisons ici (Tableau II), montre que les indigènes porteurs de ce diagnostic ont été sensiblement *deux fois plus nombreux que les Européens.*

Les gommes tuberculeuses de la peau ne sont pas rares.

XVII. — Tumeurs cutanées.

Les loupes, les nævi, les molluscums, les lipomes

[1] Le pian vrai n'existe pas en Algérie; il y a eu confusion avec les syphilides framboesiformes.

sous-cutanés, etc., sont d'observation courante chez les Arabes comme chez les Européens.

La fausse chéloïde, pour être moins fréquente que chez les nègres, existe cependant avec une certaine fréquence; nous en relevons dans nos notes un cas

Tableau II. — *Statistique des affections lupiques traitées à la Clinique dermatologique (1883-1903).*

ANNÉES	INDIGÈNES	EUROPÉENS	TOTAUX
1883	1	1	2
1884	1	1	2
1885	0	0	0
1886	5	0	5
1887	2	0	2
1888	2	2	4
1889	5	1	6
1890	4	1	5
1891	2	2	4
1892	2	1	3
1893	3	0	3
1894	1	1	2
1895	2	3	5
1896	0	1	1
1897	1	1	2
1898	0	0	0
1899	0	0	0
1900	1	2	3
1901	2	0	2
1902	3	2	5
1903	3	2	5
	40	21	61

assez particulier. Il s'agit d'une observation rare

d'éruption des lésions spécifiques, étaient surtout constellés de productions chéloïdiennes; le dos et

Fig. 10. — *Lupus tuberculo-ulcéreux de la face.*

la poitrine de notre sujet ressemblaient à de véritables cartes en relief (fig. 11).

Tableau III. — *Statistique des cancers chez les indigènes musulmans soignés à la Clinique des maladies syphilitiques et cutanées de 1894 à 1903.*

ANNÉES	ÉPITHÉLIOMA				SARCOME	AUTRES CANCERS sans désignation nette	TOTAUX
	Langue	Face	Verge	Sans renseignements sur la localisation			
1895	1	»	»	»	»	»	1
1896	»	»	1	»	»	»	1
1897	»	1 lèvre inférieure.	»	»	»	1 sans renseignements sur la localisation.	2
1898	»	1 joue droite.	1	»	»	»	2
1899	»	1 nez.	»	»	»	»	1
1900	»	1 lèvre supérieure. 1 joue gauche. 1 face.	»	2	»	»	5
1901	»	1 joue.	»	»	»	»	1
1902	»	»	»	»	1 du crâne et de la jambe gauche sur le même sujet.	»	1
1903	»	»	»	»	»	»	»
Totaux.	1	7	2	2	1	1	14
	12						

de fausses chéloïdes consécutives à des syphilides tuberculo-ulcéreuses; notre homme comptait 36 tumeurs sur la région antérieure du tronc et 43 sur la région postérieure, soit 79 chéloïdes. La poitrine, le dos, ainsi que la racine des membres, lieux

XVIII. — Cancers cutanés.

Il est de notion courante que les indigènes sont réfractaires aux néoplasmes malins.

Il faut cependant distinguer. Tout d'abord, *ils*

sont assez fréquemment atteints de sarcome; j'ai même opéré jadis un tirailleur qui avait un sarcome primitif de l'intestin grêle, et voici (fig. 12) la photographie, prise dans notre Service, d'un autre indigène porteur d'un volumineux sarcome globo-cellulaire du crâne.

Réfractaires au carcinome, les indigènes sont déjà plus sujets aux épithéliomas cutanés ou cutanéo-muqueux, ainsi que l'indique le tableau III, où l'on peut relever de 1895 à 1903 : 7 épithéliomas de la face, 2 épithéliomas de la verge et 2 autres épithéliomas sans désignation de région[1].

XIX. — Cosmétiques, Tatouages.

Les femmes indigènes se teignent et se fardent de diverses manières. Quelques-uns de ces cosmétiques contiennent de l'arsenic et sont dangereux ; d'autres, au contraire, tirés du règne végétal, sont inoffensifs.

Les sourcils sont teints à l'aide de la noix de galle, et sont réunis à la base du front (Kerkous); le carthame, le carmin, sont souvent mis à contribution pour farder les joues; enfin, toutes les femmes, même au Figuig, se servent du koheul (sulfure d'antimoine) et du henné[2]. Ce dernier, qui n'est pas autre chose que la feuille de troëne pulvérisée, sert à enduire les mains, les pieds et la chevelure.

Chez l'Arabe et le Kabyle, le tatouage (ouchem) reconnaît quatre genres principaux ; on trouve le tatouage superstitieux ou religieux, le tatouage ornemental, le tatouage distinctif et le tatouage thérapeutique.

Les tatouages qui ornent le front de l'homme, les joues, le menton et parfois même la gorge et les bras des femmes (Beni-Douala, grande Kabylie), sont parfois pratiqués par superstition, pour conjurer les mauvais sorts, les génies (Djinns), le mauvais œil.

Le tatouage ornemental est un des plus répandus dans les populations à civilisation inférieure; j'ai vu dans mon Service un indigène teigneux, à intellect très obtus, qui se faisait des tatouages enfantins dans le but de s'embellir.

Fig. 11. — *Chéloïdes à la suite de syphilides tuberculo-ulcéreuses.*

Les Mauresques se tatouent souvent par coquetterie, en se dessinant, par les procédés ordinaires, des bracelets, des colliers, des fleurettes, des étoiles, sur le front, le nez, les joues, les bras. Ici, les filles publiques indigènes se font fréquemment des brûlures de cigarettes, se déterminant ainsi de véritables tatouages sur les avant-bras. C'est dans des orgies ou à la suite de contrariétés qu'elles se marquent ainsi. La chose se rencontre également chez certains sujets mâles (prisonniers).

Les tatouages distinctifs, pour se reconnaître entre tribus, sont également très répandus.

Enfin, il est un mobile plus singulier, la thérapeutique. Ici, en effet, les toubibs, les matrones indigènes, tatouent les enfants pour les préserver des maladies. Il n'y a pas longtemps, nous en avons eu encore deux exemples dans notre Service. Un jeune Kabyle de Tablat, porteur d'arthropathies syphilitiques des deux genoux, nous a présenté des tatouages institués dans le but de guérir son affection; ces tatouages, faits à l'aide de noir de fumée (suie de marmite) et d'un couteau, consis-

[1] Ces jours derniers, j'ai eu un nouveau cas d'épithélioma de la face chez un indigène ; la biopsie a confirmé le diagnostic clinique.

[2] Ces préparations sont délayées dans de l'eau ou dans un corps gras.

taient en cinq fleurettes placées au centre et aux quatre coins de l'articulation (fig. 13).

Un peu plus tard, une jeune indigène de Coléah, portant un goître et atteinte de syphilis tertiaire, nous a également montré des tatouages thérapeutiques un peu analogues.

Depuis le Tell jusqu'aux oasis du Gourara, du Touat et du Tidikelt, les tatouages sont en honneur surtout dans le sexe faible; toutefois, il y a une certaine irrégularité dans la distribution de cette coutume : c'est ainsi, par exemple, que les habitants du Figuig ne se tatouent pas.

Fig. 12. — *Sarcome globo-cellulaire du crâne.*

Comme partout, les procédés employés sont fort nombreux (piqûres, incisions, brûlures), et il m'est impossible d'entrer, au cours de cette étude d'ensemble, dans les détails de l'instrumentation. Les substances les plus employées sont : le bleu de Prusse, la brique pilée, le charbon, le noir de fumée, la poudre à canon, l'oxyde d'antimoine, l'encre de Chine, etc.

Fig. 13. — *Tatouages thérapeutiques des deux genoux.*

Rarement les indigènes cherchent à se défaire de leurs tatouages; j'ai cependant détatoué un jeune indigène instruit dans nos écoles et une femme arabe de la province d'Oran; il est juste d'ajouter qu'habillée à la française, elle avait depuis longtemps été recueillie par des Français[1].

Il ne faut pas confondre avec les tatouages les traces de feu arabe; ce dernier est appliqué à l'aide d'un couteau rougi. Les fines estafilades qui zèbrent le tronc, l'abdomen ou les jointures de nos indigènes intriguent ceux qui ne connaissent pas cette particularité; des marques pigmentées indiquent parfois longtemps la place de ces « thermo-coupures ».

Les indigènes qui sont atteints d'affections chroniques restent souvent accroupis dans leur gourbi et placent un petit fourneau entre leurs jambes; on voit alors chez eux les mêmes marbrures pigmentées qu'on observe chez les vieilles femmes qui font usage de la chaufferette.

Dans un deuxième article, nous étudierons les affections vénériennes des indigènes algériens.

Dr J. Brault,
Professeur de Clinique des Maladies des pays chauds et des Maladies syphilitiques et cutanées à l'Ecole de Médecine d'Alger.

[1] Une autre femme de mon Service m'a demandé à être détatouée. Pour les dessins moyennement étendus, nous nous servons du *repiquage au chlorure de zinc*. Pour les tatouages volumineux, nous avons recours au vésicatoire et au nitrate d'argent, mais sans résultats très satisfaisants.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Alexandroff (Iwan), *Professeur au Gymnase impérial de Tambow.* — **Aufgaben aus der niederen Geometrie.** — 1 *vol. de* 123 *pages, avec* 100 *fig. B. G. Teubner, éditeur. Leipzig et Berlin*, 1904.

Le but de cet intéressant ouvrage est plutôt de fournir, aux personnes qui enseignent la Géométrie élémentaire et aux autodidactes, un recueil aussi complet et méthodique que possible d'exercices et de problèmes, que de former un manuel à l'usage des élèves. En effet, les mille énoncés qui le composent y sont groupés par ordre des méthodes de solutions et ne sont pas gradués suivant la disposition classique des « Eléments ». Ils supposent donc acquise une connaissance générale de ceux-ci; en outre, ils ne présentent guère d'applications numériques; enfin, les figures qui les accompagnent ne sont pas d'une assez rigoureuse exactitude pour des élèves qui n'ont déjà que trop de propension à « se servir de figures fausses pour raisonner juste ».

Ce petit volume s'adresse donc particulièrement aux maîtres de l'enseignement secondaire, qui ne pourront qu'applaudir au travail patient et rigoureux qu'il a fallu pour classer et graduer tant d'exercices. L'auteur y présente l'une après l'autre les sept méthodes importantes qui peuvent conduire aux solutions les plus communes : celle des lieux géométriques (la plus développée, étant de beaucoup la plus féconde), celles dite de similitude, de symétrie, de déplacement parallèle (indiquée par Petersen), de rotation, d'inversion. Chacune est accompagnée de brèves explications et de solutions raisonnées.

L'extrême diversité des exercices géométriques, l'absence de toute méthode générale suffisamment pratique font désirer que tout professeur et même tout étudiant sérieux possède parfaitement ce complément de Géométrie que forment les huit ou dix méthodes particulières que nous possédons pour arriver à la solution d'une question nouvelle. Voilà pourquoi ce petit recueil est recommandable; il vient, du reste, d'être traduit par M. Schuster du russe en allemand, comme l'a déjà fait, en français, M. Aitoff, il y a quelques années.

Ed. Demolis,
Maître à l'Ecole professionnelle de Genève.

Stroobant (P.). — *Astronome-adjoint à l'Observatoire royal de Belgique, Professeur à l'Université de Bruxelles.* — **La Mesure de l'Ascension droite des astres et l'usage des Mires méridiennes.** — 1 *brochure in-8 de* 92 *pages, avec* 42 *figures* (*Extrait de l'*Annuaire astronomique *pour* 1904). *Hayez, éditeur, Bruxelles*, 1904.

Ce travail constitue un des épisodes du transfert de l'Observatoire royal de Belgique à Uccle, dans le voisinage de Bruxelles. Il résume les recherches faites par l'auteur en vue de la nouvelle installation du cercle méridien et plus spécialement en ce qui concerne la construction et l'usage des mires, auxiliaires indispensables de tout instrument méridien. La mesure de l'ascension droite des astres, qui occupe la première partie de cette Notice, est là pour servir d'introduction et pour montrer toute l'importance des mires dans la détermination des constantes instrumentales d'une lunette méridienne, de la déviation polaire tout particulièrement.

L'auteur passe ensuite en revue les installations analogues des Observatoires de Paris, Pulkowa, Nice, Strasbourg et Leyde, mais seulement d'après des descriptions générales et des Rapports officiels. C'est là peut-être un point qui peut prêter à la critique. Il eût mieux valu que M. Stroobant vit sur place et prit des renseignements détaillés sur les qualités et les défauts de telle ou telle combinaison. Les Rapports et descriptions officiels, sans leur enlever aucun mérite, n'ont certainement pas la valeur des documents recueillis sur place auprès des personnes qui font de l'usage de ces installations leur occupation habituelle.

Au surplus, le projet de mires, résultat des études de M. Stroobant, est fort bien établi et le problème semble avoir été résolu sous toutes ses faces dans la mesure du possible. Il ne reste qu'à souhaiter que les mouvements du sol qui supporte toute l'installation : lunettes, mires et collimateurs, ne viennent pas sournoisement déranger par intermittence la position relative de ces instruments.

Justin Pidoux,
Astronome-adjoint à l'Observatoire de Genève.

Marchis (L.), *Professeur adjoint de Physique à la Faculté des Sciences de Bordeaux.* — **Les Moteurs à essence pour Automobiles.** — 1 *vol. gr. in-8° de* 470 *pages, avec* 231 *figures.* (*Prix :* 15 *fr.*) *Veuve Dunod, éditeur, Paris*, 1904.

Nous avons analysé ici même[1] les *Leçons sur les moteurs d'automobiles et les applications industrielles de l'alcool au chauffage, à l'éclairage et à la force motrice*, professées par M. Marchis en 1902-1903. Les leçons de 1903-1904, qui forment l'ouvrage dont nous avons à rendre compte aujourd'hui, n'ont traité que du moteur à essence. Aussi, tout en rééditant ce qu'il avait dit l'hiver précédent sur ce moteur, le savant professeur a-t-il pu faire à son sujet d'utiles additions.

C'est ainsi qu'après le manographe Hospitalier et Carpentier, permettant d'apprécier, pour un cycle déterminé, la compression et la puissance d'une explosion et de suivre les phénomènes de détente, d'échappement et d'aspiration, le nouvel ouvrage décrit l'enregistreur d'explosions de M. Mathot, qui donne le moyen de comparer entre elles les explosions se succédant dans le moteur. Pour la puissance effective de ce dernier, le colonel Ch. Renard a récemment fait connaître une méthode nouvelle, celle du moulinet dynamométrique. M. Marchis la décrit avec soin.

Le chapitre du refroidissement du moteur s'est enrichi de plusieurs emprunts faits au Mémoire que M. Butin a présenté au Congrès des applications de l'alcool dénaturé, en décembre 1902, sur les pompes chargées d'assurer la circulation de l'eau.

Dans le chapitre des carburateurs ont pris place les intéressants appareils de MM. Chenard et Walcker et de M. Moisson (carburateur Sthenos).

Enfin, celui de l'allumage électrique s'est accru de la description du procédé Bardon, qui utilise l'étincelle d'induction et la bougie, mais en demandant le courant, non plus à une pile ou à un accumulateur, ni même à une dynamo, mais à une magnéto, dont les courants sont envoyés, sans avoir été redressés, à une bobine de Ruhmkorff. Le Salon de 1903 nous a montré plusieurs exemples de cet emploi de la magnéto : qu'on prenne la peine de transformer ses courants alternatifs en courants continus, ou qu'on s'en affranchisse, comme M. Bardon, il nous semble plus simple et préférable de combiner l'emploi de la magnéto avec celui de l'étincelle de rupture.

[1] *Revue Gén. des Sc.*, 15e année, p. 202.

Pour être complet, M. Marchis aurait dû traiter l'importante question du graissage du moteur : elle fera l'objet d'une publication spéciale prochaine.

Comme nous l'avons dit à propos de la première publication de M. Marchis, son œuvre, très complète et très savante dans ses parties théoriques, réservées aux ingénieurs, est très claire et très instructive pour tous, dans ses développements pratiques. G. LAVERGNE,
Ingénieur civil des Mines.

2° Sciences physiques

Glazebrook (R. T.), *F. R. S., Director of the National Physical Laboratory.* — **Electricity and Magnetism. An elementary textbook, theoretical and practical.** — 1 *vol. in*-8° *de* 440 *p. avec* 269 *fig.* (*Prix* : 9 *fr.* 50). *Cambridge University Press, Cambridge*, 1904.

Ce n'est point comme directeur du *National physical Laboratory* que M. Glazebrook a écrit ce petit traité, mais bien dans ses anciennes fonctions de professeur à *Trinity College*; ou plutôt, c'est après son départ de Cambridge, et pour laisser à son successeur et à ses élèves un guide dans leurs travaux futurs, qu'il a imprimé ses notes de cours et décrit l'enseignement de son laboratoire.

L'ouvrage a gardé une trace profonde de cette origine : il est primesautier, spontané et inégal; il reste souvent à fleur de l'expérience élémentaire, et s'élève parfois à des conceptions d'une grande généralité; exceptionnellement, cependant, car tel n'est point son but, qui est bien plutôt de mettre l'étudiant en contact constant avec le phénomène, et de lui en donner comme la sensation, par la répétition d'un grand nombre d'expériences démonstratives.

Nous aurions de nombreux reproches à faire à l'ouvrage de M. Glazebrook, si l'auteur l'avait présenté comme un *traité* d'Electricité et de Magnétisme. La belle ordonnance d'un livre de didactique supérieure, la logique des déductions, le soin de ne procéder que pas à pas et de ne s'appuyer que sur un terrain toujours solide lui font également défaut; mais tel n'est pas le but de l'auteur : il donne ses notes de cours pour ce qu'elles sont, et c'est ainsi que nous devons aussi les envisager.

En tant que notes, l'ouvrage est excellent, car il abonde en détails intéressants et en démonstrations pour lesquelles l'auteur n'avait qu'à puiser dans le riche trésor laissé par les grands physiciens anglais.

Beaucoup de soin est apporté dans les définitions de l'Electrostatique et notamment dans celle des capacités et de l'influence : les diagrammes représentant la distribution des lignes de force dans des champs très divers sont nombreux et parfaitement clairs; les expériences sont simples et d'une exécution facile; et, particularité intéressante, bien que destinées à être exécutées par les élèves, un grand nombre n'ont pas pour but la détermination approximative d'une valeur numérique, mais simplement la démonstration d'un principe. Pour toutes ces raisons, et malgré les quelques réserves qui précèdent, l'ouvrage sera lu avec grand intérêt par tous ceux qui s'intéressent au mode d'enseignement de la Physique dans l'un des plus célèbres laboratoires anglais.

Comme nous l'avons dit, l'auteur quitte parfois d'un bond les théories élémentaires pour s'élever très haut : c'est qu'il avait d'admirables exemples sous les yeux; le Professeur Ewing, le Professeur J.-J. Thomson, ses collègues, ont été des créateurs chacun dans une direction particulière, et un reflet de leurs travaux était presque nécessaire dans un ouvrage issu du Cavendish Laboratory. Mais la stabilité des systèmes magnétiques ou la théorie de la matière basée sur la considération des électrons sont encore des hors-d'œuvre dans l'Enseignement classique. Il n'était pas moins intéressant de montrer que celui-ci peut parfois être empreint du plus extrême modernisme. CH.-ED. GUILLAUME,
Directeur adjoint
du Bureau international des Poids et Mesures.

Maillard (L. C.), *Chef des travaux du Laboratoire de Chimie biologique à la Faculté de Médecine de Paris.* — **L'Indoxyle urinaire et les couleurs qui en dérivent.** — 1 *vol. in*-8° *de* 118 *pages.* (*Prix* : 6 *fr.*). *Scheider frères et Cie, éditeurs. Paris*, 1904.

Voici un travail qui marque un progrès considérable dans l'étude des matières colorantes de l'urine, non seulement parce qu'il apporte des faits nouveaux d'un indiscutable intérêt, mais encore parce qu'il explique, classe ou élimine définitivement un nombre énorme d'observations antérieures. Qu'un tel travail de critique et d'élimination était nécessaire, c'est ce que montre assez ce seul fait que les travaux publiés au sujet des matières colorantes de l'urine s'élèvent au chiffre fantastique de plusieurs milliers de Notes ou Mémoires, parmi lesquels un très petit nombre seulement méritent d'être retenus.

M. Maillard a étudié méthodiquement et dans tous ses détails un groupe nettement délimité de couleurs urinaires, qu'il appelle les *couleurs chloroformiques*. On sait que l'urine, additionnée de son volume d'acide chlorhydrique et d'un oxydant, abandonne au chloroforme des matières colorantes du groupe de l'indigo. Mais cette solution bleue, qui est d'un aspect si plaisant à l'œil, est très impure. Lorsqu'on l'agite un grand nombre de fois avec de l'eau, jusqu'à départ complet de l'acide entraîné par le chloroforme, puis avec de la soude étendue, et puis encore avec de l'eau, on enlève des produits jaunâtres et on aboutit finalement à un extrait chloroformique représentant quelque chose de défini. Cet extrait contient uniquement : 1° une matière colorante bleue, l'indigotine; 2° une matière rouge, l'indirubine; 3° une matière brune, qui est sans doute un produit d'altération assez profonde des deux autres, mais dont on arrive à éviter complètement la formation quand on opère avec rapidité et en ménageant l'emploi des réactifs. L'extrait chloroformique ne renferme donc finalement que deux matières colorantes, l'indigotine et l'indirubine, provenant toutes deux de l'indoxyle urinaire; c'est-à-dire que le groupe empirique des « couleurs chloroformiques » se trouve correspondre exactement au groupe chimique des « couleurs indoxyliques ».

Comme l'indoxyle urinaire est contenu dans l'urine sous la forme d'acide indoxylsulfurique et indoxylglycuronique, et qu'il existe peut-être encore d'autres chromogènes indoxyliques, on ne peut pas désigner d'un nom unique les matériaux urinaires générateurs d'indigo. Le vocable *indican urinaire*, appliqué parfois à l'indoxylsulfate de potassium de l'urine par une analogie boîteuse avec l'indican des *Indigofera* (qui est un glucoside), constitue donc une appellation à la fois fautive et incomplète. Il vaut mieux finalement, comme le propose M. Maillard, rayer le nom d'indican du vocabulaire urologique, et ne plus parler que de l'*indoxyle urinaire*, comme on parle du chlore ou de l'azote, bien que ces matériaux ne soient pas contenus dans l'urine à l'état de liberté.

Etudiant ensuite le mécanisme de la formation des couleurs indoxyliques, M. Maillard montre que, si la solution chloroformique bleue obtenue par le traitement de l'urine est abandonnée à elle-même, encore acide, l'indigotine que contient cette solution se transforme en indirubine, et que, si l'on lave, au contraire, avec un liquide alcalin, toute transformation en indirubine est arrêtée, et l'extrait chloroformique, au lieu de devenir rouge, reste bleu. Mais est-ce l'indigotine ordinaire qui se transforme ainsi en indirubine? M. Maillard démontre nettement que non. La matière bleue que contient l'extrait chloroformique de l'urine est une substance spéciale, l'*hémi-indigotine*, plus soluble dans ce véhicule que l'indigotine, et qui se transforme au contact des acides en indirubine, et au contact des alcalis en indigotine, ordinaires. Par des purifications et des comparaisons extrêmement laborieuses, M. Maillard a montré l'identité de l'indigotine

et de l'indirubine ainsi obtenues avec l'indigotine et l'indirubine de synthèse, et cette série de démonstrations constitue la partie la plus originale de son travail. A ces faits, l'auteur a superposé une hypothèse, qui assurément aurait besoin d'être appuyée sur d'autres démonstrations, mais qui, à l'heure actuelle, est l'expression la plus simple et la plus logique de ces faits. Il suppose que l'indigotine et l'indirubine ordinaires ne contiennent pas $C^{16}H^{10}Az^2O^2$, comme on l'admet d'ordinaire, mais $C^{32}H^{20}Az^4O^4$, et que la matière colorante bleue spéciale qui prend naissance par l'oxydation de l'indoxyle urinaire est une hémi-indigotine $C^{16}H^{10}Az^2O^2$, pouvant donner, par deux modes de polymérisation différents, l'indigotine et l'indirubine. Pour les formules développées proposées ici par M. Maillard et pour les raisons qui justifient provisoirement ces formules, d'ailleurs très ingénieuses et très séduisantes, nous renvoyons le lecteur au Mémoire original.

S'appuyant sur ces résultats, l'auteur précise ensuite les conditions dans lesquelles on doit faire la recherche et le dosage de l'indoxyle urinaire. Bornons-nous à noter ici que l'addition d'un oxydant à l'urine chlorhydrique est inutile et même dangereuse, et que l'agitation à l'air suffit pour assurer l'oxydation de l'indoxyle. Puis M. Maillard fait la revue critique d'un grand nombre de matières colorantes bleues et rouges qui ont été signalées dans l'urine, — cyano-urine, urocyanine, bleu urinaire, uroglaucine, urocyanose, indigose, etc., et urrhodine, urrosacine, acide uro-érythrique, couleur scatoxylique, urorubine, rouge bourgogne, urorubine, etc., — et il montre ces corps se confondant respectivement avec l'indigotine et l'indirubine. Bref, l'étude de l'hémi-indigotine avec ses deux polymères probables, l'indigotine et l'indirubine, constitue à elle seule l'histoire des couleurs chloroformiques rouges et bleues. Ajoutons qu'il est nécessaire de bien distinguer l'indirubine, soluble dans le chloroforme, et que ce dissolvant ne cède à aucun lavage aqueux, quelle que soit la réaction de celui-ci, d'une série de couleurs rouges « aqueuses », c'est-à-dire solubles dans l'eau, et ne passant pas dans l'extrait chloroformique. Ces couleurs, *uro-érythrine*, *uro-hématine*, *uro-mélanine*, *uro-roséine*, *uro-rubrohématine*, ont sans doute une autre origine. Souhaitons qu'une étude et une comparaison minutieuses de ces pigments conduisent bientôt M. Maillard de ce côté à des simplifications analogues à celles qu'a si heureusement fournies l'étude des couleurs chloroformiques.

Pour terminer, M. Maillard fait justice de la « légende du scatoxyle et de l'acide scatoxylsulfurique ». Les couleurs rouges, dites scatoxyliques, qui apparaissent par l'action de l'acide chlorhydrique concentré sur l'urine, ne sont pas autre chose que de l'indirubine. Au surplus, en discutant la constitution possible du scatoxyle et de l'acide scatoxylsulfurique, à partir de celle du scatol ou β-méthylindol, l'auteur montre que l'idée même du scatoxyle et de son dérivé éthéro-sulfurique est un non-sens chimique, à moins que l'on ne renverse toutes les notions acquises sur la structure des composés du groupe de l'indol.

E. Lambling,
Professeur à la Faculté de Médecine de l'Université de Lille.

3° Sciences naturelles

Weulersse (G.). — **Le Japon d'aujourd'hui. Etudes sociales.** — 1 *vol. in*-12 *de* IX-364 *pages.* (*Prix* : 4 *fr.*). *Librairie Armand Colin. Paris*, 1904.

L'auteur a rapporté les principaux éléments de ce volume d'un voyage autour du monde, exécuté comme boursier de l'Université de Paris; la *Revue* a déjà rendu compte d'un précédent ouvrage de lui (La Chine ancienne et nouvelle), publié dans les mêmes conditions. Ce second livre ne le cède pas au premier, comme conscience dans l'information, comme personnalité des jugements, et comme valeur de la forme; et la guerre russo-japonaise lui donne un intérêt plus immédiat d'actualité. M. Weulersse déclare, dans la préface, qu'il n'a pas visité le Japon, et qu'il n'a pas tracé le tableau de sa situation présente, sans un vif sentiment de sympathie pour l'effort de civilisation dont ce pays donne le spectacle; au moins a-t-il su, en général, ne pas dissimuler le caractère souvent hâtif des entreprises, ni les *desiderata* de tout ordre auxquels donnent souvent lieu les résultats acquis. On appréciera, d'autre part, le sens artistique et la couleur qui signalent ces pages. On remarquera, enfin, que l'auteur mêle sans cesse, à ses observations ou conclusions, ses propres idées en sociologie et en morale, et cela sous une forme que l'on trouvera sans doute parfois quelque peu tranchante.

Les trois premiers chapitres présentent, en quelque sorte, le cadre dans lequel il convient de placer les développements suivants. C'est d'abord la description du pays japonais, avec la complication de ses formes et de ses couleurs, la fantaisie de son relief, l'éclat et l'humidité à la fois de sa lumière, la physionomie de ses arbres, la place qu'y tient l'homme partout. Puis viennent des « croquis de villes » : Tokyo, et ses contrastes de civilisation; Kyoto, plus « Japon », et d'un vieux plus uniforme, mais en même temps plus morte; Osaka, avec sa façade européenne et ses grandes industries. Les pages suivantes, enfin, traduisent l'impression qu'éprouve sans cesse l'Occidental, de séjour au Japon, en présence des oppositions sociales expliquées par l'invasion à peu près générale du modernisme, à la vue des adaptations rapides et souvent improvisées à d'autres mœurs; on lira utilement, même après l'ouvrage de M. Dumollard, ce que dit l'auteur du Parlement et de la presse.

Au point de vue du *développement économique*, le Japon est intéressant, en ce qu'il a passé très vite « du mode féodal de production au mode capitaliste et au socialisme ». M. Weulersse indique heureusement le sens actuel de l'essor agricole et industriel; il propose aussi parfois ses solutions.

D'après lui, le surcroît de population du Nippon aurait un déversoir tout indiqué dans Hokkaïdo; en quoi l'auteur n'est pas d'accord avec certains des spécialistes des choses du Japon, qui sont frappés par les différences de climat, et trouvent la Corée méridionale beaucoup plus propre à satisfaire les besoins d'expansion. Ce qui domine actuellement dans les campagnes japonaises, à côté des tendances à spécialiser la production (murier), à côté du développement, on pourrait dire des premiers progrès de l'élevage (cheval, porc), c'est la persistance des procédés primitifs, même pour les cultures qui, comme celle du thé, peuvent passer pour intensives et « industrielles ». Presque tout repose, en somme, sur le travail à la main; et il y a, sinon pénurie, du moins rareté d'ouvriers agricoles. L'obstacle principal au recrutement de la main-d'œuvre pour les entreprises rationnelles est la petite propriété. Et M. Weulersse ne pense pas que la formation des grands domaines (par suite de l'endettement) soit de nature à amener des changements appréciables; car les propriétaires dépossédés demeurent fermiers de leurs parcelles, et le grand domaine se compose ainsi, en général, de morceaux épars. Il faudrait, dit-il en socialiste, la « recomposition des grandes propriétés » par l'Etat, et d'autre part la direction par lui du mouvement syndical agricole, l'exercice de la tutelle des ouvriers ruraux contre les employeurs, par des mesures analogues à celle qui, depuis 1897, impose l'affiliation aux syndicats (quand ceux-ci réunissent un pour cent donné des salariés d'une région).

Pour *l'industrie*, M. Weulersse a été témoin de la décadence générale de la petite fabrication, sauf en ce qui regarde les produits de caractère artistique. Il indique comme types d'industries demeurées à l'état de petits groupements ouvriers, ou de division en ateliers peu nombreux, la manufacture des célèbres porcelaines Awata, à Kyoto, le quartier des tisseurs de soie, à Kyoto encore. En dehors de ces cas particuliers, le

Japon est complètement entré dans la voie de la grande production usinière, du machinisme et du capitalisme. Il existe sans doute de nombreuses lacunes (les Japonais, par exemple, ne savent encore pas fabriquer les verres plans, ou certains produits métallurgiques). Il y a survivance des vieilles méthodes de travail, demi-progrès, demi-adaptation, jusque dans certaines grandes usines. Mais l'étape a été rapidement franchie, et s'achève; car le Japon, pays de main-d'œuvre abondante, « sera pays de grande industrie et de grand commerce, ou ne sera pas ». C'est à Tokio, à Osaka surtout, et à Nagasaki, que se concentrent les manufactures de tissage et de métallurgie; et les descriptions qu'en donne M. Weulersse se recommandent par leur grande sincérité, qu'il s'agisse d'usines dans lesquelles l'adaptation aux méthodes occidentales est imparfaite, ou bien des ateliers Hiraoka, modernes jusque dans leur aspect de propreté et de confort. — Enfin, les pages sur le commerce donnent une idée de la survivance des anciennes mœurs et de l'ancien esprit féodal (la « Daïtsiou »), à côté d'efforts méritoires, et parfois heureux, pour se rapprocher des conditions de l'Occident (écoles et musées de commerce, compagnies de navigation, etc.).

On souhaiterait que M. Weulersse eût fait une place assez large, dans cette partie de son étude, à la question financière, qui est le point vital pour le Japon. Le manque de capitaux, le déficit, ne sont-ils pas des faits essentiels, qui, indépendamment de toute autre considération, doivent faire regarder la guerre dans laquelle on vient de se lancer comme une aventure pleine de périls pour l'avenir ?

L'auteur a bien raison de ne pas croire au danger d'une *concurrence économique des Japonais* aux blancs. Les importations s'accroissent sans cesse et dépassent déjà légèrement les exportations de filés de coton, de soies et soieries; le Japon est tributaire de l'Europe et de l'Amérique pour une grande partie de la machinerie, et aussi pour certaines spécialités, comme les mousselines de laine, que vend la France. Doit-on s'alarmer pour plus tard, en constatant le bas-prix de la main-d'œuvre industrielle, les conditions toutes spéciales d'un travail fourni (sous limite d'heures) par un personnel docile, dans lequel figurent tant de femmes et d'enfants ? Bien des causes primordiales d'infériorité viennent compenser ces avantages apparents : manque de capitaux, machinerie souvent imparfaite et mal entretenue, heures mal employées, gaspillage du travail humain, inhabileté et indifférence de l'ouvrier; hausse graduelle des salaires, d'ailleurs, bien que les forces socialistes ne soient pas organisées. En définitive, le bon marché de la production n'est qu'une illusion; et, comme les Japonais n'ont ni initiative ni probité en affaires commerciales, il ne semble pas qu'ils obtiennent jamais d'autre résultat que celui de restreindre dans une certaine mesure les débouchés européens en Asie.

L'étude faite par M. Weulersse de *l'enseignement* au Japon est fort attachante, par la valeur des observations personnelles et des documents utilisés.

L'enseignement primaire, organisé par le rescrit de 1872, est payant, et obligatoire de six à quatorze ans. Mais l'obligation n'est que théorique, beaucoup d'enfants quittant l'école pour l'usine, à onze ans, et les communes n'étant tenues d'avoir que les écoles « ordinaires » (de six à dix ans) : la proportion des illettrés est très forte, quoique inférieure à celle de certains états d'Europe. Le personnel enseignant est trop rare, mal rétribué, et au-dessous de sa tâche. Les deux écueils pour une bonne formation intellectuelle sont l'écriture idéographique, dont on ne réussit point à se passer, et la surcharge des programmes. La gymnastique tient une plus grande place qu'en Occident.

La durée de l'enseignement secondaire est exceptionnelle et exagérée. Il garde les élèves, dans les écoles « moyennes », puis « supérieures », jusqu'à vingt-deux ans, et impose l'internat. La population scolaire est entassée dans les locaux, indisciplinée, soumise à un véritable gavage intellectuel pour l'acquisition des connaissances occidentales, confiée à des maîtres inférieurs, depuis que l'on élimine systématiquement le personnel étranger. Le problème, ici, est l'étude des langues européennes, faite actuellement dans des conditions tout à fait défectueuses.

Les Universités impériales, pépinières de fonctionnaires, et dont celle de Tokio est seule vraiment organisée, ont une population assez nombreuse (4.000 élèves), recrutée parmi les diplômés des écoles supérieures. L'enseignement, non gratuit, dure de trois à cinq ans, selon les facultés, et chaque année d'étude est terminée par un examen de passage éliminatoire. Les études d'ordre pratique, Agronomie, Génie civil, sont faites non dans les écoles spéciales, mais à l'Université. Les programmes, ici encore trop chargés, sont développés de plus en plus par des maîtres japonais, en général très insuffisants et très satisfaits d'eux-mêmes. Les sports continuent jusqu'à la fin de l'enseignement supérieur à constituer une partie importante de la vie de l'étudiant japonais. Les Universités sont prolongées par le Collège des gradués, et doublées par l'Ecole spéciale Semnon (sorte d'Ecole des Sciences politiques), l'Ecole secondaire et supérieure Keio-Guidjikou (moderne et pratique), l'Ecole des langues, l'Ecole des nobles. L'auteur fait un grand éloge des Ecoles militaires, programmes, méthodes et résultats. Mais il ne cache point la triste impression éprouvée par lui à voir l'état d'esprit des étudiants ordinaires : appétit maladroit de connaissances quelconques; passivité intellectuelle; scepticisme souvent à l'égard de la culture scientifique, dont ils acceptent trop facilement l'à-peu-près, ou qu'ils ne subissent que parce qu'elle donne accès aux carrières; suffisance enfin, qui explique, dans la plus grande partie de la classe cultivée du pays, le sot mépris et la haine de cet Occident que l'on copie souvent si mal.

Le chapitre suivant concerne la femme et l'enfant, les deux souffre-douleurs de la société japonaise. L'enfant n'est choyé et soigné que s'il est mâle, et que dans ses premières années. Quant à la femme, elle passe de l'autorité absolue du père sous celle du mari, quand on ne la livre pas à la prostitution. Perpétuelle mineure, peu ou mal instruite, elle remplit dans le peuple des villes ou des campagnes la fonction d'un outil de travail; les industries la recherchent pour sa docilité, son habileté manuelle, son bon marché.

Dans la dernière partie de son livre, M. Weulersse étudie les intérêts économiques et moraux de la France au Japon. Il constate, une fois de plus, le manque d'organisation de notre commerce, tel que, si nous sommes le deuxième pays exportateur (soie), nos ventes viennent après celles mêmes de notre Indo-Chine. Il détermine la place que tiennent, et que pourraient occuper au Japon la civilisation française, langue, institutions militaires, droits, art, « idéal social ».

De cet ouvrage vraiment neuf et attachant, on ne saurait accepter sans discussion certains jugements et certaines conclusions, parce que, en dehors de toute doctrine ou opinion personnelle, les faits semblent les démentir. Je me permettrai, en terminant ce compte-rendu, et sans sortir du terrain scientifique, de donner à ce sujet quelques indications, desquelles se dégagera plus complètement la physionomie de l'ouvrage.

M. Weulersse, qui admire avec sincérité, et à juste titre sans doute, l'essor économique rapide du Japon, n'a pas suffisamment mesuré ses termes en écrivant (p. 138) que l'expansion commerciale japonaise rappelle — toutes proportions gardées — celle de l'Angleterre. Ce n'est point ici affaire de proportions; mais il s'agit de deux commerces très différents de nature. L'exportation de la houille peut encore progresser quelque peu, mais elle ne paraît pas jouer actuellement, ni surtout devoir jouer à l'avenir, le même rôle que pour le développement du trafic anglais : quand le Japon sera mieux doté encore d'industries, l'Angleterre de l'Extrême-

Orient, à ce point de vue, ce sera sans doute la Chine. D'autre part, on voit bien que le Japon exporte, comme l'Angleterre, le coton à demi ouvré (filés); mais il vend surtout, ce qui n'est point le cas pour la Grande-Bretagne, des matières premières presque brutes (soie grège) et des denrées alimentaires (thé); il n'est pas entrepôt, comme l'Angleterre; il n'est pas grande métropole coloniale.

M. Weulersse, « humanitariste » en même temps que socialiste d'état, croit que, dans l'avenir, « les nations deviendront des collaboratrices, des coopératrices autant et plus que des concurrentes » (p. 181). C'est entrevoir un idéal très élevé sans doute, comme est celui de l'état socialiste, mais aussi bien lointain et bien hypothétique, pour qui considère la condition présente et le sens actuel du commerce international. Sans doute, penser que la concurrence doit être pour un peuple le seul facteur du trafic, est une conception « étroite et fausse », un dogme commercial impossible la plupart du temps à appliquer. Mais qui persuadera aux grandes puissances de se cantonner chacune dans les spécialités que lui impose la nature des choses? Pour beaucoup, leurs spécialités sont en quelque sorte artificielles, comme la fabrication des cotonnades pour l'Angleterre; et ce sont justement les nations les plus civilisées, celles dont la fortune est la mieux assise, celles dont les moyens de défense sont le plus perfectionnés, et les efforts nécessairement le plus tenaces, qui se trouvent dans ce cas. La Grande-Bretagne laissera-t-elle, par logique, les Etats-Unis d'Amérique, qui produisent le coton, se réserver le monopole de la fourniture des cotonnades dans tout ou partie du monde, dans le continent américain même? Qu'elle abandonne encore, sans se défendre, à l'Allemagne, à la Belgique, aux Etats-Unis eux-mêmes, une part du domaine dans lequel elle place ses machines; qu'elle ouvre ses colonies toutes grandes au commerce étranger : que va-t-il bientôt lui rester par ces abdications successives; et ne risquera-t-elle point son existence dans la guerre sous toutes ses formes, plutôt que de se résigner à ce suicide progressif? — Puis, quelles sont au juste les spécialités d'un pays? La France ne produit que peu de laine et de soie; pourtant elle est spécialiste de certains articles de laine et des soieries, comme des vins; et si elle s'en tient aux vins et aux industries dérivées de son agriculture, quel terrain au juste va-t-elle, pour le placement de ces produits, abandonner à l'Espagne, à l'Italie, et à quelles conditions? Pour croire à un partage économique du monde selon la raison, ou même pour penser que les nations se décideront un jour, par amour de la paix et des bons rapports, à subir sans résistance la force des choses, il faudrait supposer que la raison peut beaucoup contre les intérêts ou les appétits humains, ce qui reste à démontrer. Nous croyons donc à l'existence, pour bien longtemps encore, des concurrences, des rivalités et des guerres économiques; ce ne sont point les prophéties d'âge d'or qui empêcheront les modèles ou les parvenus de la civilisation moderne, comme l'Angleterre ou comme le Japon lui-même, de tendre des pièges à une Russie, par exemple, qui les gêne et ne se défie pas assez d'eux. M. Weulersse lui-même ne mesure-t-il pas ailleurs (p. 304) la vitalité d'un pays, comme par un « dynamomètre », à la manière dont il sait défendre et accroître ses positions sur les terrains où la concurrence est la plus vive? Et quel est donc le principe réel, scientifique, démontré, qui conciliera des affirmations aussi contradictoires?

Presque dans le même ordre d'idées, n'est-ce pas avoir des Japonais une opinion trop haute, de dire que le « nationalisme » étroit, qui est le fondement de leur morale toute laïque, et le militarisme, dont la discipline est la seule qu'ils acceptent, s'acheminent actuellement « vers l'humanitarisme, qu'ils commencent à entrevoir comme nous » (p. 375)? C'est là prendre des désirs pour des réalités. Et il ne semble pas qu'il y ait beaucoup plus de parenté entre l'idéal international des Japonais d'aujourd'hui et celui des humanitaires raisonnables, ou même des patriotes non chauvins de France, qu'entre leur « semi-démocratie » ou leur socialisme et les nôtres : j'aime à croire que nos affinités historiques et « révolutionnaires » avec eux sont faibles, que nous sommes quelque peu mieux dégrossis et moins barbares, que la crise morale actuelle est autrement aiguë et autrement consciente chez nous, que ses caractères attestent un niveau très supérieur, mieux, une nature toute différente, et un idéal presque opposé de civilisation.

M. Weulersse va jusqu'à justifier par la faillite ou la « décadence certaine » de la morale chrétienne en Occident, et par l'éloignement des Japonais pour la religion, la nécessité qu'il y aurait pour nous de remplacer les œuvres de nos missions dans ce pays par un collège français laïque (p. 333). Mais coûterait-il donc meilleur marché, et amènerait-il des résultats plus sérieux pour notre influence politique et commerciale?

Je dirai enfin que, si nous avons des leçons à prendre au Japon, leçons négatives d'ailleurs, nous pouvons les y recevoir en ce qui concerne l'enseignement, l'enseignement secondaire surtout. Cette catégorie des études est organisée là-bas, avec exagération, précisément de la façon qu'il ne faudrait point qu'elle fût chez nous. M. Weulersse reproche avec raison aux écoles secondaires du Japon « de servir à tout et de ne suffire à rien » (p. 220), de présenter aux enfants un ensemble de connaissances trop confus, trop incohérent, trop considérable. S'il tenait mieux compte de ce qui se passe en France, il dirait que nos lycéens, eux aussi, ont parfois plus de 26 heures de classe par semaine, qu'ils ne gardent presque point de temps pour le travail personnel, et que, pour beaucoup d'entre eux, la spontanéité et la curiosité d'esprit, le jugement, sont tués par la masse énorme de notions rapides que l'on fait « défiler » sous leurs yeux. Au Japon, le problème se complique, non pas tant de la morale, que de la double question des langues et de l'écriture; mais, au fond, la difficulté est la même, et les Japonais nous présentent, heureusement accentués, les difformités et les périls qui résultent d'une culture générale trop rapide et trop encyclopédique. Que choisir et que sacrifier au juste parmi les connaissances humaines chaque jour plus vastes? Quelle place, quels soins relatifs donner à tel ou tel ordre du savoir, pour que l'enfant d'Occident, moins neuf encore et peut-être moins avide que l'écolier nippon, soit, sans trop de mal pour lui, mis à même d'accomplir un jour sa partie dans la tâche des siècles? C'est tout le problème de l'enseignement secondaire, et l'on en cherche encore la solution, chez nous comme partout.

J. Machat,
Professeur au Lycée de Bourges.

Industrial Trinidad, *ouvrage publié par le Victoria Institute of Trinidad and Tobago.* — 1 *vol. in-8° de* 116 *pages. Government Printing Office, Port of Spain,* 1904.

Cet ouvrage est la réunion d'une série de conférences prononcées au *Victoria Institute* sur les industries et les cultures de l'île de la Trinité, complétées par quelques notices sur les divers sujets qui n'ont pas été abordés dans ces conférences.

Les principaux produits agricoles sont : le cacao (exportations : 23 millions de francs en 1902-1903), le sucre et les matières accessoires (10.500.000 francs), les noix de coco (450.000 francs), le café, les bois exotiques, la vanille et le jus de citron. Le riz, le tabac et les épices pourraient être obtenus en grande quantité, le sol et le climat de l'île se prêtant bien à ces cultures.

Quant aux produits minéraux, le principal est l'asphalte (exportations : 4.500.000 francs en 1902-1903); mais la colonie renferme également des dépôts de pétrole, de lignite et de charbon bitumineux susceptibles d'être exploités avec profit.

La lecture de cet opuscule intéressera d'une part ceux qui s'occupent de cultures coloniales, de l'autre les

commerçants en leur indiquant les principaux articles du commerce d'importation et d'exportation de la Trinité. L. B.

De Wildeman (Emile), *Conservateur au Jardin Botanique de Bruxelles.* — **Notes sur quelques Apocynées laticifères de la flore du Congo.** (*Publication de l'Etat Indépendant du Congo.*) *Spineux et Cie, éditeurs, Bruxelles*, 1904.

Ce n'est là qu'un des nombreux Mémoires que M. de Wildeman a consacrés, en ces dernières années, à la flore de l'Etat Indépendant du Congo. Doué d'une grande activité scientifique, l'érudit botaniste belge est, sans conteste, un de ceux qui contribuent le plus, à l'heure actuelle, à étendre nos connaissances sur les richesses végétales de cette région du continent africain; et ses travaux sont d'autant mieux accueillis par tous que toujours des renseignements pratiques accompagnent, quand il s'agit de plantes exploitables, les descriptions scientifiques.

C'est encore le cas dans cette étude, où sont passées en revue diverses Apocynées à latex, dont quelques-unes, telles que le *Malouetia Heudelotii*, le *Baissea congolensis*, l'*Alafia major*, n'ont qu'un intérêt botanique, tandis que d'autres, telles que le *Clitandra Arnoldiana*, le *Clitandra Ndzunde*, le *Landolphia Klainei*, fournissent du caoutchouc.

L'importance du *Landolphia Klainei* sur la côte occidentale d'Afrique est, du reste, connue depuis plusieurs années déjà. Mais sont, par contre, des espèces nouvelles les deux *Clitandra* que nous venons de citer, et qui donnent un caoutchouc noir.

Parmi les plantes dont le produit est encore ignoré ou de valeur douteuse, M. de Wildeman mentionne et étudie le *Motandra Lujei*, le *Clitandra Gentilii*, le *Diplorhynchus angolensis*, le *Landolphia Laurentii*.

Enfin, le même Mémoire contient diverses données sur le caoutchouc des herbes et sur le *Funtumia elastica*.

A propos du caoutchouc des herbes, l'auteur rappelle que, définitivement, le *Carpodinus lanceolata* ne doit plus être considéré comme une des plantes productrices de cette sorte; les rhizomes exploités sont ceux du *Landolphia Thollonii*, du *Carpodinus gracilis*, du *Landolphia humilis*, du *Carpodinus chylorrhiza*, etc.

Au sujet du *Funtumia elastica*, dont la dispersion en Afrique serait plus étendue qu'on ne le croyait jusqu'alors, s'il est vrai qu'on retrouve l'arbre jusqu'au voisinage de la région du Nil, l'avis de M. de Wildeman est que cette espèce est la principale plante à caoutchouc à recommander pour la culture dans les colonies africaines. En raison de l'indigénat, il est facile d'obtenir des graines; et, pour le même motif, il y a des chances pour que, en de nombreux points, le climat et le sol conviennent. Et l'expérience a déjà établi que, ces conditions satisfaites, la germination est rapide, la transplantation facile, et que, dès la septième année, on peut commencer à récolter, soit que le *Funtumia elastica* ait été planté seul, soit qu'on l'ait employé accessoirement, comme arbre d'ombrage du cacaoyer ou comme arbre-tuteur de la vanille.

Pour des renseignements plus complets, nous renvoyons au Mémoire même, que nous voulions seulement, ici, signaler. HENRI JUMELLE,
Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Herrera (A. L.), *Professeur à l'Ecole Normale de Mexico.* — **Nociones de Biologia.** — 1 *vol. in-8° de 250 pages avec figures. Secretaria de Fomento. Mexico*, 1904.

Ce livre a été écrit par l'auteur pour ses élèves de l'Ecole Normale de professeurs de Mexico. Il pose comme principe fondamental que « tous les phénomènes matériels de l'organisme, dans le passé et dans le présent, ont eu ou ont pour cause les forces physico-chimiques connues » et définit la Biologie comme « la science de ces phénomènes ». Pour démontrer sa proposition, l'auteur s'appuie sur trois ordres de faits, dont l'exposé constitue à peu près tout le volume : 1° faits d'unité fondamentale (unité des forces de la Nature); 2° faits de la vie cellulaire ou élémentaire (propriétés du protoplasma); 3° faits de l'évolution des êtres organisés.

Si quelques idées particulières à l'auteur peuvent fournir matière à critique, il y a cependant lieu de le féliciter d'avoir exposé d'une façon très claire les grandes théories de la Biologie, depuis celle de Lamarck jusqu'à celle, toute récente, d'Yves Delage, et de chercher à initier ainsi les esprits dont il a la charge aux problèmes les plus importants et les plus délicats de la science biologique moderne. L. B.

4° Sciences médicales

Pittaluga (Dr Gustavo), *de l'Institut d'Anatomie comparée de Rome.* — **Etudes et recherches sur le Paludisme en Espagne (1901-1903),** *publiées à l'occasion du XIVe Congrès international de Médecine, avec la collaboration des Drs* D. F. HUERTAS BARRERO, D. ANTONIO MENDOZA, D. ANDRÉS MARTINEZ VARGAS, D. ENRIQUE VARELA, D. B. PIJOAN, D. J. TARRUELLA, D. A. PRESTA, D. F. PROUBASTA, etc. — 1 *vol. in-8°. Serra Herreros y Russell, éditeurs. Barcelona*, 1904.

A l'occasion du Congrès de Médecine qui s'est tenu à Madrid au printemps de 1903, un grand nombre de médecins espagnols, sous l'impulsion du Dr Pittaluga, de l'Institut d'Anatomie comparée de Rome, ont recueilli des données sur le paludisme dans un certain nombre de provinces d'Espagne.

Le livre que nous analysons contient les divers Mémoires qui consignent les résultats de ces recherches : le paludisme et sa prophylaxie dans la province de Caceres; le paludisme sur le réseau de voies ferrées de la Cie de Madrid à Saragosse et à Alicante; le paludisme en Catalogne; le paludisme à Barcelone : relation d'une expérience de prophylaxie médicamenteuse (par l'ésanophèle) contre l'infection palustre. Ces Mémoires sont précédés d'un Rapport de Barrero et Pittaluga sur l'étiologie et la prophylaxie du paludisme, avec considérations spéciales à l'Espagne. Ils sont suivis de trois Mémoires de Pittaluga intitulés : Brèves observations sur la présence du genre *Anopheles* et sur la forme de l'infection palustre dans quelques régions d'Espagne; — Démographie; — Essai d'une bibliographie historique du paludisme en Espagne.

De tout cet ensemble, il résulte surtout des notions très nettes sur la répartition du paludisme en Espagne; il sévit principalement dans les provinces sud-ouest, sur les bords de la Méditerranée, d'Alicante à Alméria, et aux Baléares; les provinces nord-ouest sont peu éprouvées.

Il convient d'applaudir à ce louable effort des savants espagnols; eux-mêmes et leurs confrères y trouveront la base d'une prophylaxie rationnelle du paludisme, variable naturellement suivant les régions.

Il n'est que juste de noter que l'exemple leur a été donné dès 1899 par le Dr Macdonald, médecin aux mines de Rio-Tinto, qui, dans sa sphère d'action, a déterminé le rôle des *Anopheles* et cherché à lutter contre eux.

F. MESNIL,
Chef de laboratoire à l'Institut Pasteur.

Choquet (J.). — **Précis d'Anatomie dentaire.** — 1 *vol. in-12 de 400 pages.* (*Prix : 8 fr.*). *F. de Rudeval, éditeur. Paris*, 1904.

Le Précis d'Anatomie dentaire de M. Choquet a suscité dès son apparition des critiques violentes en même temps que des louanges nombreuses. Ces appréciations contradictoires indiquent, par ce fait même, que l'ouvrage n'est pas de ceux qui passent inaperçus.

En effet, M. Choquet, par l'illustration qu'il a donnée à son livre, a posé encore une fois le problème de l'application de la photographie à l'étude de l'Anatomie. Des photogravures à profusion animent exclusivement

cet ouvrage, et l'on est obligé de s'incliner devant le labeur considérable qu'a dû accomplir l'auteur pour une pareille illustration. Mais on est forcé de constater que l'emploi exclusif de la photographie enlève à son livre bien des qualités didactiques. Le schéma est d'un usage courant en Anatomie, son emploi rend des services journaliers; sans doute, l'usage exclusif du schéma peut donner des idées fausses et des conceptions anatomiques par trop simplistes, mais ne peut-on corriger le schéma en plaçant auprès de lui la photographie?

L'une ou l'autre méthode est mauvaise lorsqu'on l'emploie exclusivement; l'une et l'autre deviennent excellentes lorsqu'on les réunit dans le même ouvrage. Le schéma et la photographie se complètent et s'expliquent mutuellement. La tentative intéressante de M. Choquet en est une preuve, et bien certainement une deuxième édition de son livre gagnerait à laisser des schémas se glisser parmi ses photogravures.

Cette question d'illustration mise de côté, on trouve dans cet ouvrage des idées nouvelles et personnelles des plus remarquables. Il faut citer surtout l'étude sur les rapports entre l'émail et le cément, qui peuvent tour à tour se recouvrir, ou bien encore se juxtaposer bout à bout, ou bien enfin ne pas entrer en contact et laisser la dentine à découvert. Le rôle de ces détails anatomiques est des plus importants. Est-il besoin de montrer leur intérêt comme cause occasionnelle de la carie au collet?

Etudiant l'articulation inter-dentaire, M. Choquet montre l'extrême rareté de l'articulation droite (un crâne sur 10.000 observés au Muséum), contrairement à l'opinion des classiques (Tomes).

L'articulation est toujours sinueuse, la convexité en bas de l'arcade supérieure s'emboîtant dans la concavité que lui offre l'arcade inférieure.

Des remarques intéressantes sont formulées au sujet des rapports constants qui existent entre le mode d'articulation inter-dentaire et les modifications de l'articulation temporo-maxillaire.

Mais ce fait demande encore de plus amples études avant d'en tirer des conclusions certaines.

Il en est de même des réserves formulées par M. Choquet à propos du corps fongueux et de son rôle dans la chute des dents temporaires. Elles nous permettent d'espérer d'intéressants travaux d'anatomie comparée au sujet de la chute des dents du lamentin, animal monophyodonte.

En résumé, si dans ce livre on peut critiquer certaines obscurités d'exposition et quelques défauts de coordination et de plan dans la description, on est forcé d'admirer l'énorme travail que s'est imposé l'auteur pour réunir les nombreux documents photographiques qui l'illustrent, et de tenir compte des idées nouvelles d'anatomie dentaire qui en sont tirées.

Dr Sauvez.

5° Sciences diverses

Binet (Alfred), *directeur du Laboratoire de Psychologie physiologique de la Sorbonne (Hautes Etudes).* — **L'Année psychologique** (10e *année*). — 1 *vol. in-8° de* VII-680 *pages. (Prix : 15 francs). Masson et Cie, éditeurs. Paris*, 1904.

Vieille de dix ans, l'*Année psychologique* se rajeunit. Elle conserve son plan primitif : mémoires originaux, revues générales, analyses bibliographiques, table bibliographique. Mais dans ce cadre ancien figure un contenu nouveau. Les analyses sont moins copieuses : 150 pages dans ce volume, 250 dans le précédent. Au contraire, les Mémoires et les revues générales prennent plus de place (400 p. au lieu de 250); c'est qu'ils ne sont plus seulement consacrés à la Psychologie, mais à toutes les sciences qui, de près ou de loin, touchent à la Psychologie : Anthropologie, Pathologie mentale, Pédagogie, Morale et Philosophie; même on nous promet pour l'an prochain une *Revue générale de Sociologie*. L'*Année psychologique* tend à devenir une *Année philosophique*. En outre, à côté des mémoires austères, bourrés de chiffres et de faits bruts, nous trouvons maintenant dans l'*Année* des études plus alertes : le portrait de M. Paul Hervieu, par M. Binet; *la Graphologie et ses révélations*, par le même; une *Chronique psychologique*, de M. H. de Varigny. A vrai dire, toutes ces modifications ne paraissent pas imposées par un besoin scientifique d'une extrême urgence : s'il n'existait en France ni revues philosophiques ni revues sociologiques, on comprendrait mieux la réforme introduite dans l'*Année*. Mais, puisque ces recueils existent, ne vaudrait-il pas mieux appliquer la règle de la division du travail? Néanmoins, si cette réforme fournit à la direction de l'*Année* le moyen de développer son entreprise, on ne peut que l'approuver, car cette publication rend trop de services à la Psychologie pour qu'on ne lui souhaite pas de prospérer.

Nous ne pouvons entrer dans l'examen détaillé des Mémoires. Du travail si curieux sur la *Création littéraire* que M. Binet a consacré à Paul Hervieu, on ne pourra tirer de conclusion, soit au point de vue de la psychologie de l'imagination, soit au point de vue de la psychologie individuelle, que le jour où l'on comparera un grand nombre de portraits analogues (ceux que M. Binet a tracés il y a dix ans, ceux qu'il nous promet pour l'an prochain, et beaucoup d'autres). De son Mémoire sur la graphologie (*le Sexe de l'écriture*), nous critiquerions volontiers les conclusions. M. Binet, ayant présenté à de nombreux sujets 180 enveloppes écrites soit par des hommes, soit par des femmes, montre que les individus les moins compétents en graphologie distinguent en général le sexe du scripteur, en commettant toutefois un nombre d'erreurs qui peut atteindre 30 °/₀, tandis que les graphologues peuvent réduire cette proportion d'erreurs à 10 °/₀. Il en conclut que « l'existence de caractères sexuels dans l'écriture » est « certaine, démontrée de la façon la plus satisfaisante ». Et il considère comme une question subsidiaire la question suivante : ces différences tiennent-elles à des causes psycho-physiologiques profondes ou à des causes plus superficielles (différences de mode, d'éducation)?

Il nous semble : 1° que cette question est non pas subsidiaire, mais primordiale, et qu'on ne peut parler de l'existence des caractères « sexuels » sans savoir s'ils ont une cause physiologique; 2° que les causes sociologiques sont aussi « profondes » (s'il y a des degrés dans la « profondeur » des causes) que les causes psycho-physiologiques. Certains exemples d'écriture douteuse, ou, comme dit l'auteur, « hermaphrodite », révèlent l'action des causes sociales : une femme qui reçoit l'éducation d'un homme et mène la vie d'un homme prend l'écriture d'un homme (p. 199, fig. 9); la sobriété, la netteté, les qualités attribuées aux hommes par les graphologues ne sont pas des qualités de mâle, mais celles de tout être (mâle ou femelle) à qui la société ne laisse pas le loisir de faire des fioritures. Si l'introduction d'une revue de sociologie dans l'*Année psychologique* oriente les recherches des observateurs vers les causes sociales des faits psychologiques, cette innovation ne sera pas stérile.

Signalons encore, dans ce volume, les expériences très intéressantes de M. Lécaillon sur la psychologie (et particulièrement sur l'amour maternel) d'une araignée : histoire touchante d'une araignée qui se laisse mourir de faim sur les ruines de son nid détruit; — l'article de M. Pitres sur la psychasthénie; la Revue générale de Morale, par M. Malapert; la Revue annuelle, par M. Binet, des erreurs de psychologie (ou plutôt des erreurs de méthode en Psychologie). Il faudrait tout citer : du moins en avons-nous dit assez pour montrer l'intérêt de l'*Année psychologique* réformée.

Paul Lapie,
Chargé de cours à la Faculté des Lettres de Bordeaux.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 12 Septembre 1904.

Sciences naturelles. — M. J. **Chatin** a constaté que la cellule cartilagineuse peut revêtir différents aspects (sphéroïdal, cylindrique, claviforme, multilobé, rameux, étoilé, etc.), qui se rattachent les uns aux autres par des formes intercalaires. — M. M. **Baudouin** a observé, sur un squelette trouvé en place dans un mégalithe de Vendée, une luxation traumatique simple de l'atlas sur l'axis. M. **Lannelongue** fait remarquer que ce cas se rencontre très rarement aujourd'hui et est presque toujours mortel. — M. G. **Curtel** a étudié l'influence de la greffe sur la composition du raisin. Le jus, plus abondant, plus acide et plus sucré, est moins riche en principes fixes, plus chargé de matières azotées et d'une couleur moins stable.

Séance du 19 Septembre 1904.

Sciences physiques. — M. J. **Thovert** propose de prendre, pour base de calcul de la profondeur de champ et de foyer des objectifs photographiques, une limite de définition angulaire de l'image. — M. J. **Schmidlin** propose de substituer la nomenclature modifiée de M. Baeyer dans la désignation des rosanilines. Il arrive, d'autre part, à la conclusion que la molécule des sels des rosanilines renferme quatre doubles liaisons aliphatiques. — M. G. **Bertrand** a constaté que l'adrénaline extraite des glandes surrénales de cheval est bien une substance unique, répondant à la formule d'Aldrich, $C^9H^{13}AzO^3$. Le poids moléculaire trouvé par la cryoscopie de l'adrénaline en solution acétique (174,3) correspond bien à cette formule. — MM. R. **Lépine** et **Boulud** ont observé, chez le chien phloridziné, deux cas où le sang de la veine rénale présentait un excès de sucre immédiat par rapport au sang artériel. — M. W. **Biltz** et Mme Z. **Gatin-Gruzewska** ont constaté qu'une solution aqueuse de glycogène présente, à l'examen ultra-microscopique, des corpuscules de différentes grandeurs. Ils se précipitent progressivement sous l'influence de quantités croissantes de quelques précipitants.

Séance du 26 Septembre 1904.

1° Sciences mathématiques. — M. G. **Bigourdan** montre que l'on doit rejeter l'emploi de la fonte de fer comme support de l'argent dans les cercles divisés et lui préférer le laiton ou le bronze, dont la dilatation est à peine inférieure à celle de l'argent. Mais il vaudrait mieux encore faire les cercles en un seul métal. — M. L. **Libert** a observé les Perséides au Havre, du 11 au 20 Août; il a aperçu 339 météores et enregistré 93 trajectoires. Le radiant de Persée prédomine; celui de Pégase est très important; il y a aussi deux radiants nets dans le Dragon et dans la Girafe.

2° Sciences physiques. — MM. Ch. Eug. **Guye** et A. **Schidlof** ont mesuré l'énergie dissipée dans le fer par hystérésis aux fréquences élevées. L'énergie consommée par cycle est indépendante de la vitesse avec laquelle le cycle d'aimantation est parcouru. — M. L. **Guillet** a reconnu que les aciers au tungstène se divisent en 2 groupes : 1° les aciers perlitiques, qui ont des propriétés analogues à celles des aciers au carbone, mais avec une charge de rupture d'autant plus élevée qu'ils renferment plus de Tu; 2° les aciers à carbure double, très fragiles. — M. J. **Schmidlin** a constaté que les fuchsines forment, dans un excès d'acide minéral, des solutions incolores en fixant 4 molécules d'eau, le noyau quinonique se transformant en noyau de l'hexahydrobenzène.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 16 Juin 1904 (suite).

M. D. Al. **Smith**, baron **Strathconna**, est élu membre de la Société.

Sir N. **Lockyer** et M. W.-J.-S. **Lockyer** arrivent aux conclusions suivantes dans l'étude des *causes de la variation annuelle des tempêtes magnétiques et des aurores* : 1° La variation saisonnière dans la fréquence des tempêtes magnétiques et des aurores dépend des positions de l'axe du Soleil par rapport à la Terre; 2° Les époques de plus grande inclinaison de l'axe solaire sur la Terre, en d'autres termes de la plus grande exposition des régions polaires solaires N. ou S. vis-à-vis de la Terre pendant l'année, correspondent à celles de plus grande fréquence magnétique et aurorale; 3° Les époques (groupes d'années) où les régions polaires solaires sont le plus troublées coïncident avec celles où l'excès de la fréquence équinoxiale des tempêtes magnétiques sur la fréquence solsticiale est maximum. — Sir W. **Crookes** a constaté que les *émanations du radium* ont une double *action sur le diamant*. Les rayons β (électrons) produisent un noircissement superficiel, convertissant la surface en graphite d'une manière analogue, mais moins intense, aux électrons du courant cathodique. Il se produit, d'autre part, un changement de coloration de la pierre entière (du jaune au bleu-vert pâle), qui est difficile à expliquer puisqu'on se trouve en présence d'émanations qui sont arrêtées par la plus mince couche de matière solide. L'auteur pense qu'on se trouve en face d'un effet secondaire : en présence du radium, le diamant est extrêmement phosphorescent; cet état constant de vibration, dans lequel le diamant reste pendant plusieurs semaines, peut causer une modification interne qui se révèle par un changement de couleur. — M. W.-J. **Russell** a observé qu'un grand nombre de bois sont capables d'agir sur une plaque photographique à l'obscurité en donnant une bonne image de leur surface. Ils doivent, pour cela, être placés en contact ou très près de la plaque, pendant une durée variant d'une demi-heure à dix-huit heures. Le bois des Conifères est généralement très actif; la plaque montre généralement tous les anneaux du bois, ainsi que les nœuds; il est probable que les corps résineux du bois jouent un rôle dans l'impression photographique. Parmi les autres bois, le chêne et le hêtre sont très actifs, ainsi que l'acacia. Un phénomène intéressant est la grande augmentation d'activité sur la plaque que présente le bois qui a été exposé à une très forte lumière. La lumière artificielle produit le phénomène aussi bien que la lumière solaire; l'expérience montre que ce sont les rayons bleus seuls qui produisent cet accroissement d'activité du bois. — M. H. **Knapman** : *Expérience illustrant l'existence des harmoniques inférieures.* Si l'on appuie un diapason en vibration contre un objet léger, tel qu'un morceau de papier ou une ficelle tendue, cet objet peut suivre les vibrations du diapason, le contact étant continu. Dans l'expérience décrite, on a touché avec un diapason un morceau de papier équilibré légèrement; avec une faible pression, on peut interrompre le contact pendant une partie de chaque vibration, et le papier donne une note ressemblant à celle d'une corde de violon dans laquelle les harmoniques supérieures sont fortes. Avec une pression moindre, on peut établir le contact seulement avec une vibration du dia-

pason sur deux; alors le papier donne une note située un octave au-dessous de celle du diapason. De même, le contact pour une vibration du diapason sur trois donne la douzième note inférieure et ainsi de suite. On a ainsi les séries des harmoniques inférieures, et avec un diapason c'' on peut facilement en rendre perceptibles dix ou plus. L'auteur décrit aussi une méthode optique pour examiner les vibrations. On fait toucher une petite carte par un grand diapason, on observe le bord de la carte au moyen d'une lentille sur un fonds sombre, et il paraît être élargi en une bande continuellement assombrie, dans laquelle on peut voir des positions stationnaires. On a aperçu rapidement les caractéristiques des divers états de la vibration. — MM. **E. P. Perman** et **G. A. S. Atkinson** : *La décomposition de l'ammoniac par la chaleur.* On chauffe du gaz ammoniac dans un ballon de porcelaine placé dans un fourneau à moufle, et on lit à intervalles égaux la pression totale de l'ammoniac et des produits de décomposition au moyen d'un manomètre à mercure, le volume étant conservé constant. On mesure la température à l'aide d'un pyromètre de Callendar-Griffiths et on la maintient constante à 1° ou 2° près; dans les diverses expériences, elle a varié de 677° à 1.111°. A la fin de chaque expérience, on élève la température jusqu'à environ 1.100°, et on la maintient à ce point jusqu'à ce que la décomposition de l'ammoniac soit complète; on lit à nouveau la pression, et d'après cette pression on calcule la pression initiale de l'ammoniac dans le ballon. Si p_1 représente la pression de l'ammoniac à un instant quelconque de la décomposition, p'_1 celle de l'azote, p'_2 celle de l'hydrogène, P la pression totale au même instant, p_0 la pression initiale de l'ammoniac, alors $p_1+p'_1+p'_2=P$, $p'_2=3p'_1$ et $p'_1+p'_2=2(p_0-p_1)$; de ces équations, il s'ensuit par substitution que $p_1=2p_0-P$, c'est-à-dire que la pression de l'ammoniac à un instant quelconque est double de la pression initiale, moins la pression totale à l'instant de l'observation. Les résultats expérimentaux fournissent les valeurs de P et $2p_0$, et l'on a calculé et disposé en tables les valeurs de $2p_0-P$; de cette dernière a été calculé $\Delta P/\Delta t$; mais $\Delta P/\Delta t=dP/dt$ approximativement, et $dP/dt=dp_1/dt$, de sorte que l'on connaît la vitesse du changement de pression de l'ammoniac à des pressions variées. On a dessiné deux séries de courbes montrant la variation de la vitesse avec la pression. Les traits les plus remarquables des courbes sont : 1° aux températures élevées, elles deviennent des lignes droites; 2° elles se dirigent toutes vers l'origine; 3° elles deviennent plus abruptes lorsque certains métaux (mercure, fer ou platine) sont présents dans le ballon. Voici les principales déductions que l'on peut tirer : 1° la décomposition est mono-moléculaire; 2° et (pratiquement sinon complètement) irréversible; 3° le degré de décomposition est grandement accru par la présence de certains métaux. Les auteurs ont fait aussi quelques expériences pour voir l'effet d'un changement soudain de pression sur le degré de décomposition; les résultats ont confirmé la conclusion que la réaction est mono-moléculaire. L'irréversibilité de la réaction est confirmée en faisant passer de l'azote et de l'hydrogène à travers un tube de verre chauffé au rouge, contenant de la porcelaine; aucune quantité d'ammoniac n'a été produite. — M. **H.-E. Armstrong** expose ses idées sur le *retard de combustion par l'oxygène.* Dixon a montré que, dans des mélanges variés d'oxygène et d'hydrogène, la vitesse de combustion diminue lorsque la proportion d'oxygène augmente. L'explication de ce phénomène, en apparence paradoxal, doit être recherchée dans le fait que l'action de l'eau (qui, d'après d'autres recherches, est le catalysateur effectif dans cette réaction) est en grande partie annihilée, en présence d'un excès d'oxygène, par suite de la formation de peroxyde d'hydrogène qui n'agit pas comme oxydant, étant stable aux hautes températures. Au contraire, quand l'hydrogène est en excès, il provoque la dissociation du peroxyde, en rendant l'eau à son rôle de catalysateur. — **Sir J. Dewar** : L'absorption et l'évolution thermique des gaz occlus dans le charbon aux basses températures; séparation des gaz les plus volatils de l'air sans liquéfaction (voir p. 884). — M. **J. O. Wakelin Barratt** : *La concentration mortelle des acides et des bases pour le Paramœcium aurelia.* L'auteur a trouvé que les acides minéraux forts, chlorhydrique, nitrique et sulfurique, à une concentration de 0,0001 N, tuent les Paramœcies en dix à cinquante minutes. Les acides organiques, à une même concentration, tuent quelquefois avec une plus grande rapidité (acides formique, lactique et oxalique) et quelquefois avec moins de rapidité (acides citrique et acétique). Des acides excessivement faibles, tels que les acides carbonique, carbolique, borique, cyanhydrique, nécessitent une plus forte concentration pour tuer les Paramœcies dans le temps mentionné ci-dessus. Les hydrates de potassium, de sodium, de lithium, de calcium, de strontium et de baryum, à une concentration de 0,002 N, sont fatals en cinq à soixante minutes. L'hydrate d'ammoniaque est plus mortel, et la base extrêmement faible qu'est l'aniline l'est encore bien davantage. Le caractère mortel des alcalis se présente dans un ordre correspondant à leur groupement périodique. Les expériences faites indiquent que l'action des acides et des alcalis sur le protoplasma vivant des Paramœcies est de la nature d'une réaction chimique et n'est pas d'un caractère purement hydrolytique.

Communications reçues pendant les vacances.

M. **Charles Bolton** : *Sur la production d'un sérum gastrotoxique spécifique.* Voici les conclusions auxquelles l'auteur est arrivé : 1° Après une injection intrapéritonéale ou sous-cutanée des cellules de l'estomac (ou d'un extrait frais de celles-ci) du cochon d'Inde au lapin, le sérum sanguin de ce dernier devient fortement toxique pour les cochons d'Inde. 2° Le sérum occasionne la mort après une injection au cochon d'Inde et cause la nécrose de la membrane muqueuse de l'estomac, amenant de l'ulcération et de l'hémorragie. 3° La toxine contenue dans le sérum est constituée d'au moins deux facteurs : (*a*) une gastrolysine spécifique qui produit la nécrose; (*b*) une hémolysine qui aide à produire l'hémorragie. On peut enlever le facteur hémolytique, laissant le gastrolytique qui occasionne encore des lésions stomacales. 4° La gastrolysine est une cytotoxine spécifique et est formée d'un corps immunisant et d'un complément. 5° La gastrolysine n'affecte pas visiblement les cellules *in vitro.* 6° La gastrolysine ne produit pas de nécrose dans l'estomac d'un animal qui l'a produite; cela est peut-être dû à la formation concomitante d'un corps anti-immunisant. 7° En injectant des cellules de l'estomac du lapin au lapin, il se forme une gastrolysine qui cause la nécrose dans l'estomac du cochon d'Inde; par conséquent, elle possède au moins deux affinités cytophiliques. 8° En injectant des cellules de l'estomac du cochon d'Inde au cochon d'Inde, il se forme une gastrolysine qui occasionne une nécrose dans l'estomac du lapin; cette gastrolysine est probablement de même nature que la précédente. 9° L'importance des conclusions ci-dessus pour la pathologie de l'ulcère gastrique humain se trouve dans le fait qu'un animal peut produire dans son sang, par l'absorption des cellules d'un animal semblable et par conséquent des siennes probablement, un poison qui causerait la nécrose de la membrane muqueuse de son propre estomac, s'il n'y avait pas quelque influence inhibitrice, probablement la formation concomitante d'un corps anti-immunisant.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BERLIN

Séance du 28 Juillet (fin).

M. **L. Grunmach** a fait une détermination expérimentale de la tension superficielle et du poids moléculaire de

l'anhydride nitreux liquéfié. Par la méthode des ondes capillaires, il trouve la tension superficielle à la température d'ébullition égale à 26,323 dyn./cm. Le poids moléculaire déduit de cette valeur est de 43,52, ce qui concorde très bien avec la valeur théorique de 44,08. — M. Möbius présente une communication de M. G. Tonier sur l'origine et la signification des dessins colorés que présentent les serpents et les lézards. Il en ressort que la forme du corps ne présente pas de rapports directs avec l'origine de ces dessins; comme le font voir les dessins pathologiquement déformés et surtout les observations sur les animaux vivants ou morts au sein de l'alcool, ce sont les mouvements du corps de l'animal qui les produisent. Les dessins en plis semblent être caractéristiques des animaux fortement mobiles, et les dessins en stries de ceux qui sont dépourvus d'une mobilité intensive. C'est dire que le caractère du dessin coloré permet des conclusions relativement aux mouvements du corps de l'animal.

ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 25 Juin 1904.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. J.-C. Kluyver présente au nom de M. **Ed. Landau** (Berlin) : *Remarques sur le Mémoire de M. Kluyver* : « *Séries déduites de la série*

$$\sum \frac{\mu(m)}{m} \text{ »}$$

(en allemand). Dans sa dernière communication (*Rev. gén. des Sc.*, t. XV, p. 50), M. Kluyver s'est occupé de la série

$$\sum_{m=0}^{\infty} \frac{\mu(mb+h)}{mb+h},$$

où b et h représentent deux nombres entiers positifs et où l'on peut supposer $h \leqslant b$ sans nuire à la généralité. Toutefois, ses recherches ne fournissent pas la preuve que la série en question est convergente, c'est-à-dire que, pour chaque couple de valeurs b, h, l'expression

$$\lim_{x=\infty} \sum_{m=0}^{x} \frac{\mu(mb+h)}{mb+h}$$

existe. Ici M. Landau supplée à cette démonstration, en se basant sur une étude antérieure (*Sitzungsberichte der Wiener Akademie*, t. CXII, p. 493-535, 1903). — M. Korteweg présente au nom de M. **Fr. Schuh** : *Sur une expression pour le genre d'une courbe plane algébrique à singularités supérieures.* Extension de la communication précédente (*Revue génér. des Sc.*, t. XV, p. 755). Ici l'auteur démontre le théorème général : « Le genre d'une courbe plane algébrique, qui est coupée par les courbes d'un faisceau complanaire en n' points mobiles, ces points d'intersection se distribuant pour les différentes courbes de ce faisceau sur n_1, n_2, branches de la courbe fixe, est représenté par l'expression $1 - n + \frac{1}{2}\Sigma(n - n_i)$, où $\Sigma(n - n_i)$ se rapporte à toutes les courbes du faisceau, et ce résultat général est indépendant du caractère du faisceau dont on s'est servi ». — Ensuite M. Korteweg présente, encore au nom de M. **Fr. Schuh** : *Sur le nombre des courbes d'un faisceau touchant une courbe complanaire à singularités supérieures.* A l'aide des résultats obtenus dans la communication précédente, l'auteur donne des expressions très générales pour le nombre en question. — M. H.-G. van der Sande Bakhuyzen présente au nom de M. **C. Easton** : 1° *Sur la distribution apparente des nébuleuses*; 2° *Les nébuleuses considérées dans leurs rapports avec le système galactique.* On se représente généralement les nébuleuses distribuées sur la voûte céleste de telle façon qu'elles semblent éviter la région galactique pour s'accumuler vers les pôles de la Voie lactée, dans les deux hémisphères. L'auteur essaie d'abord de démontrer qu'une telle accumulation n'est prouvée que pour l'hémisphère galactique boréal; quant à l'hémisphère austral, la distribution des nébuleuses, brillantes autant que faibles, présente un caractère différent, et il est très improbable que les observations futures fassent ressortir une accumulation vers le pôle galactique austral. Du reste, le ciel boréal, jusqu'à —20° de déclinaison, n'est certainement pas exploré uniformément quant aux nébuleuses, ainsi que le suppose Stratonoff, et il est à peu près certain aussi que les régions équatoriales, vers dix-neuf heures d'ascension droite, sont moins bien explorées que les régions opposées du ciel, vers sept heures. On a tort de se représenter les nébuleuses distribuées à peu près symétriquement des deux côtés de la Voie lactée; les accumulations nébuleuses (« nids nébuleux ») sont très denses vers le pôle galactique boréal; mais, dans l'hémisphère galactique austral, elles se rattachent surtout aux deux Nuées de Magellan, ainsi que le démontrent déjà les cartes de Stratonoff. Du reste, les nébuleuses (n. vraies ou blanches, à spectre non gazeux) montrent une tendance à éviter la zone galactique (*galactophobie* des nébuleuses), et cette particularité de leur distribution est probablement réelle. Elle s'explique facilement, selon l'auteur, en admettant pour la matière nébuleuse une différence dans la distribution et la condensation — dépendant de la situation par rapport aux centres d'accumulations de la Voie lactée — analogue à celle qu'on remarque pour la matière stellaire. Les vagues masses nébuleuses, aux rayons surtout actiniques et à spectre gazeux, auraient, dans cette supposition, leur contrepartie dans les accumulations stellaires de la Voie lactée; on sait que ces nébulosités vagues ont été photographiées exclusivement, jusqu'ici, dans la région galactique; — la distribution des nébuleuses proprement dites correspondrait à celle des étoiles éparses, non galactiques, qui, dans leur spectre, et probablement aussi dans leur grandeur moyenne et leurs distances mutuelles, présentent certaines différences avec les « étoiles galactiques », bien qu'il ne soit pas possible d'établir des catégories rigoureuses, à cet égard, ni pour les étoiles, ni pour les nébuleuses prises en général. La distribution des nébuleuses proprement dites ne serait pas complémentaire, alors, à la distribution des étoiles galactiques, — ainsi qu'on l'a dit souvent, — mais à celle des nébuleuses gazeuses. L'auteur assimile les parties moins riches en étoiles de la région galactique (dans une desquelles se trouve le Soleil) aux régions « extra-galactiques » de part et d'autre de la couche stellaire de la Voie lactée. Ensuite, il se rapporte à une conclusion résultant de ses recherches antérieures, savoir que les accumulations galactiques vers γ *Cygni* sont beaucoup plus proches du Soleil que celles vers α *Aquilæ* et dans toute cette branche de la Voie lactée, et il suppose que le pouvoir télescopique qui nous a fait découvrir les nébuleuses cataloguées jusqu'ici ne pénètre pas dans les parties lointaines du système stellaire, vu la faiblesse de l'éclat des nébuleuses, comparé à celui des étoiles. De ce que les taches brillantes dans le Cygne ont une déclinaison galactique *boréale*, il résulte alors que les accumulations nébuleuses (si elles sont limitées aux « régions extra-galactiques ») seront nombreuses surtout au delà du pôle boréal de la Voie lactée, compté à partir du Cygne, dans l'hémisphère boréal; dans l'hémisphère austral, au contraire, elles présenteront une tendance en sens inverse, se rapprochant du bord austral de la Voie lactée dans le Cygne, Andromède, etc., et, comme le Soleil a une déclinaison galactique australe par rapport aux parties relativement rapprochées du système, il ne se produira pas d'accumulation polaire dans l'hémisphère galactique austral. En terminant, l'auteur indique que, si l'on admet sa théorie que les accumulations stellaires de la Voie actée sont disposées autour du Soleil dans la forme

d'une spirale dont le centre se trouve dans la direction du Cygne, il faut s'attendre à trouver des accumulations nébuleuses assez près de la Voie lactée vers Persée et vers 180° de cette région, et cette particularité se vérifie, en effet, dans les dénombrements que l'auteur a basés sur les matériaux statistiques publiés par Stratonoff.

2° Sciences physiques. — M. **W. H. Julius** présente : *La dispersion anomale et les images du Soleil obtenues à l'aide du spectro-héliographe.* A juste titre, les beaux résultats obtenus par MM. G. E. Hale et F. Ellerman (*The Rumford Spectroheliograph of the Yerkes Observatory*, 1903) ont attiré l'attention de tout le monde. La méthode brillante de ces savants permet d'examiner rapidement et en détail la distribution de la lumière d'une espèce quelconque de rayons sur le disque entier du Soleil à un moment quelconque. En effet, le spectro-héliographe fournit une grande quantité de données sur lesquelles les méthodes précédentes ne nous apprenaient rien et qui conserveront leur valeur, quelles que soient les idées sur la condition physique. Toutefois, MM. Hale et Ellerman ont basé la description de leurs expériences sur des notions très déterminées relatives à la distribution de la matière sur le Soleil, qui serait la cause de la distribution de lumière observée. Ils supposent que les taches blanches de forme caractéristique observées dans l'image solaire obtenue par la photographie du rayonnement du calcium, et connues sous le nom de *flocculi*, sont des colonnes de vapeur de calcium très rayonnante, s'élevant au-dessus des colonnes de vapeurs condensées dont les sommets se présentent comme les granulations de la photosphère. La grande autorité de M. Hale et de MM. Lockyer et Evershed, qui ont accepté cette hypothèse, pourrait être cause qu'on attache plus d'importance à ces considérations qu'elles ne méritent. De son côté, M. Julius montre ici comment l'explication des phénomènes observés se déduit, sans aucune hypothèse nouvelle, de la théorie de la courbure des rayons de lumière dans les milieux hétérogènes et de la dispersion anomale de la lumière dans les gaz absorbants. — M. **J. D. van der Waals** : *La déduction de la formule faisant connaître la composition des phases coexistantes dans les mélanges binaires.* Autrefois l'auteur a remplacé la formule originale :

$$\mathrm{MRT}\, l\, \frac{x_1}{1-x_1}\,\frac{1-x_2}{x_2} = \left\{ \frac{\frac{da}{dx}}{v} - \mathrm{MRT}\,\frac{\frac{db}{dx}}{v-b} \right\}_2$$

par

$$l\, \frac{x_1}{1-x_1}\,\frac{1-x_2}{x_2} = -\frac{f}{\mathrm{T}}\,\frac{d\mathrm{T}_k}{dx} + \frac{1}{p_k}\,\frac{dp_k}{dx}.$$

Ici, il fait voir comment la dernière formule se transforme quand, dans l'équation d'état, on suppose la quantité b indépendante du volume. — Ensuite M. van der Waals présente au nom de M. **G. C. Gerrits** : *Les courbes (p, x) de mélanges d'acétone et éther éthylique et d'acétone et tétrachlorure de carbone.* L'accord entre les résultats des expériences de M. Cunaeus et M. J. D. van der Waals n'étant qu'imparfait, M. Gerrits a répété ces expériences en suivant la méthode de M. Cunaeus, à laquelle il apporte quelques améliorations. Les nouveaux résultats sont résumés dans des tableaux et des diagrammes. — Enfin M. van der Waals présente au nom de M. **B. M. van Dalfsen** : *Sur la fonction $\frac{a}{b}$ des mélanges multiples.* Les quantités a et b de ce quotient sont les constantes de l'équation d'état de van der Waals appliquée à un mélange de n composantes ; alors le quotient $\frac{a}{b}$ est proportionnel à la température critique de ce mélange, déterminé par les fractions moléculaires $x_1, x_2, \ldots, x_n$, où $x_1 + x_2 + \ldots + x_n = 1$, tous les x étant positifs. De plus, a et b sont représentés par les formes homogènes quadratiques

$$\sum_{p=1}^{n}\sum_{q=1}^{n} a_{pq}\, x_p x_q \quad \text{et} \quad \sum_{p=1}^{n}\sum_{q=1}^{n} b_{pq}\, x_p x_q.$$

D'un côté, il est clair que a doit être une fonction quadratique, parce qu'il s'agit des attractions des molécules prises deux à deux; d'un autre côté, M. H. A. Lorentz a démontré que b peut être représenté de la même manière, si l'on néglige l'effet de percussions simultanées de plusieurs molécules. L'auteur s'occupe principalement de la question de savoir s'il y a un mélange pour lequel $\frac{a}{b}$ est stationnaire. — MM. **H. Kamerlingh Onnes** et **C. Zakrzewsky** : 1° *La détermination des conditions d'équilibre des phases gazeuse et fluide de mélanges de gaz à des températures basses*; 2° *La validité de la loi des états correspondants pour les mélanges de chlorure de méthyle et d'acide carbonique.* — Ensuite M. Onnes présente au nom de M. **B. Meilink** : *La mesure de températures très basses.* VIII. Comparaison de la résistance des fils d'or et de platine. — M. **A. F. Holleman** : *La préparation du silicium et de son chlorure.* Résultats des expériences de M. **H. J. Slyper**. — M. H. W. Bakhuis Roozeboom présente au nom de M. **A. Smits** : *Les phénomènes qui se présentent dans un système binaire, si la courbe des points de plissement rencontre la courbe de solubilité.* Suite de deux communications antérieures (*Rev. gén. des Sc.*, t. XV, p. 164, 424). Les résultats de l'auteur fournissent une confirmation parfaite des points de vue généraux sur lesquels s'appuie la recherche qualitative et dont la formulation exacte est due à van der Waals. La particularité du système éther-anthraquinone, examiné par l'auteur, consistant en ce que la tension de vapeur de l'éther surpasse considérablement celle de l'anthraquinone, est la cause de quelques phénomènes tout à fait imprévus; de plus, elle amène la réalisation de la condensation et de la congélation rétrogrades sur une échelle beaucoup plus grande qu'on ne l'aurait supposé possible. — Ensuite M. Roozeboom présente au nom de M. **J. J. van Laar** : *Les chaleurs de mélange dans le cas de milieux résolvants associants.* — M. A. N. P. Franchimont présente au nom de M. **F. M. Jaeger** : *La conservation de la symétrie cristalline dans la substitution de dérivés isoformes et isomères de position de la série des benzènes.* — M. C. A. Lobry de Bruyn présente : 1° Au nom de M. **J. Olie Jr** : *La transformation du sulfate de phényl-potassium en p-phénol-sulfonate de potassium acide*; 2° au nom de M. **J. F. Suyver** : *La transformation intramoléculaire des trithioacétaldéhydes et des trithiobenzaldéhydes stéréoisomères α et β*; 3° au nom de M. **J. W. Dito** : *La viscosité du système hydrazine + eau.*

3° Sciences naturelles. — M. **H. Zwaardemaker** : *L'irritation artificielle et naturelle des nerfs et la quantité correspondante d'énergie nécessaire.* Les irritations se rapportent aux nerfs optique et olfactif. L'auteur parvient au résultat assez imprévu que le système nerveux reçoit relativement de grandes quantités d'énergie suivant d'autres voies que celle de l'alimentation. — M. **P. P. C. Hoek** : *Un cas intéressant d'atavisme.* Il s'agit des genres *Pollicipes* et *Scalpellum* des Cirripèdes, dont Darwin remarqua en 1851 la grande analogie. — Rapport de MM. C. Winkler et H. Zwaardemaker sur une étude de M. **L. Bouman** intitulée : *Recherches sur l'association libre de paroles.* Le travail paraîtra dans les Mémoires de l'Académie. P.-H. Schoute.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

15e ANNÉE N° 20 30 OCTOBRE 1904

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Marcel Ascoli. — La *Revue* a tout récemment perdu l'un de ses plus jeunes et très distingués collaborateurs en la personne de M. Marcel Ascoli, ancien élève de l'Ecole Normale Supérieure, agrégé des Sciences physiques. Depuis plusieurs années, il donnait à notre Chronique des articles, très remarqués, de Chimie physique. Dès que furent annoncées les belles découvertes de MM. Blondlot et Charpentier, nous avions prié M. Ascoli de se rendre près de ces savants et de suivre, sous leur direction, le détail de leurs expériences. Tous nos lecteurs, sans aucun doute, se souviennent de la belle étude qu'à la suite de ce voyage il a publiée[1] sur cet ensemble de travaux, dont les auteurs n'avaient jusqu'alors fait connaître que le principe et les résultats.

Expérimentateur scrupuleux, écrivain de talent, esprit ouvert à toute nouveauté, M. Ascoli s'intéressait passionnément aux questions d'enseignement : c'est à lui, comme on se le rappelle, que la *Revue* s'adressa pour rendre compte des discussions récemment soulevées par la réforme de l'enseignement des sciences dans les lycées[2].

§ 2. — Philosophie et Histoire des Sciences

Les Sections de Philosophie et d'Histoire des Sciences au deuxième Congrès international de Philosophie. — Ce Congrès s'est tenu à Genève du 4 au 8 septembre 1904, sous la présidence d'honneur de M. Ernest Naville et sous la présidence effective de M. J. J. Gourd, professeur à l'Université de Genève; le Comité d'organisation a eu pour secrétaire M. le Dr Ed. Claparède. Nous ne voulons résumer ici que les travaux des Sections de Philosophie et d'Histoire des Sciences.

Dans l'une des séances générales furent exposés et discutés deux Rapports sur le *néo-vitalisme et la finalité en Biologie*. L'un des rapporteurs, M. J. Reinke, professeur à l'Université de Kiel, montre que le néo-vitalisme cherche à concilier l'interprétation mécaniste des phénomènes vitaux avec leur interprétation téléologique; l'autre, M. Alfred Giard, membre de l'Institut, professeur à la Sorbonne, a développé une thèse contraire, d'après laquelle la notion de finalité doit se superposer à celle de la causalité, en s'identifiant à cette dernière notion dans la pratique. Les hypothèses du néo-vitalisme apparaissent à M. Giard comme inutiles et, par suite, nuisibles au progrès de la Science.

Dans une autre séance générale, furent adoptés les vœux émis au Congrès international des Sciences historiques tenu à Rome en avril 1903, et ratifiés au Congrès international des Mathématiciens tenu à Heidelberg en août 1904. Il n'est pas inutile de rappeler ces vœux. I. — Dans l'enseignement secondaire, les programmes doivent comprendre des notions historiques rudimentaires sur les théories enseignées, et ces notions doivent être données par les professeurs de ces théories. II. — Dans l'enseignement supérieur, des cours d'Histoire des Sciences doivent être organisés suivant quatre séries : 1° Mathématiques et Astronomie; 2° Physique et Chimie; 3° Sciences naturelles; 4° Médecine.

La *Section de Philosophie des Sciences* avait pour président M. Henri Fehr, professeur à l'Université de Genève, directeur, avec M. A. Laisant, de *L'Enseignement mathématique*; ses séances ont été successivement présidées par MM. H. Fehr, Raoul Pictet, L. Hartmann, J. Andrade et Robert Chodat. Le plus grand nombre des Mémoires se rattachent aux fondements de la Mécanique, qui, comme l'a montré M. Henri Poincaré dans son important livre intitulé *Science et Hypothèse*, sont encore hérissés de difficultés.

Voici un aperçu des principales communications présentées :

L. HARTMANN, lieutenant-colonel (Le Vésinet) : *Définition physique de la Force.* — L'auteur attaque les fondements de la Mécanique, l'envisage comme une science expérimentale et la rattache à la Physique, en partant de cette idée qu'un corps qui se meut renferme en lui-même la cause de son mouvement. Désignant par le nom d'*action* l'état physique spécial de ce corps, il avance que la force de la Mécanique correspond à la

[1] Voir la *Revue* du 15 mars 1904.
[2] Voir la *Revue* du 30 mai 1904.

vitesse avec laquelle l'action se modifie suivant la direction de l'accélération totale.

René de Saussure, Dr ès sciences (Genève) : *Recherche de grandeurs fondamentales en Mécanique.* — Considérant le temps et l'espace comme champs géométriques, l'un à une dimension et l'autre à trois, et admettant l'existence d'un champ géométrique à deux dimensions correspondant à une troisième grandeur fondamentale, M. R. de Saussure expose que ce dernier champ est celui de l'effort, puis admet comme intuitions directes les trois grandeurs : le temps, l'effort et l'espace, enfin définit d'après celles-ci les autres grandeurs de la Mécanique. Il est ainsi amené à rattacher la Mécanique aux Mathématiques.

J. Andrade, professeur à l'Université de Besançon : *La Géométrie mécanique.* — L'auteur montre le rôle utile que joue l'intervention des masses dans un problème difficile de Géométrie pure, intimement lié à une question plus générale proposée par l'Académie des Sciences de Paris : Un triangle ABC, plan ou sphérique, se meut sur son plan ou sur sa sphère, de manière que chacun de ses sommets A, B, C, décrive un cercle; quand cela est-il possible?

Th. Tommasina, physicien (Genève) : *Les notions physiques fondamentales, selon Spencer. Essai critique.* — Dans cet Essai, est mise en évidence l'erreur fondamentale que commet le philosophe anglais en établissant, dans sa théorie évolutive, la métamorphose des forces mécaniques en forces mentales et sociales.

Raoul Pictet, professeur honoraire à l'Université de Genève : *Le Potentiel et la Science actuelle.* — D'après M. Pictet, le potentiel est l'énergie disponible d'un corps lorsqu'on le déplace par rapport au milieu qu'il occupe. Cette définition lui permet de ramener les diverses conceptions actuelles du potentiel à deux formes : le potentiel actif et le potentiel morphologique.

Arnold Reymond, privat docent à l'Université de Lausanne : *Sur le jugement géométrique.*

Pierre Boutroux, docteur ès sciences (Paris) : *Sur la notion de correspondance dans l'Analyse mathématique.* — Le mathématicien fait appel à maintes reprises à la notion de correspondance, par exemple dans la notion de la limite, dans la définition de la fonction. Cependant, il ne prend jamais le soin de la définir rigoureusement. M. P. Boutroux s'est proposé de rechercher quel est le contenu de cette notion. On est tenté de croire qu'elle est purement quantitative : il n'y a pas alors d'idée générale de correspondance, mais seulement des correspondances *définies*, que l'on peut exprimer numériquement en combinant des opérations connues. Mais cette liquidation de l'idée de correspondance conduit à une conception trop restreinte de l'Analyse. On pourrait aussi regarder la correspondance comme une notion logique immédiate se passant de toute définition : c'est à ce titre qu'elle figure dans la Logique des Relations de Russell.

J. Bulliot, Abbé, professeur à l'Institut catholique de Paris : *Sur les liens entre la Philosophie de la Nature chez Aristote et les notions fondamentales de la Science moderne.* — Aristote ramène l'analyse ontologique du Monde aux cinq notions de substance, quantité, figure, qualité et relation, qui, selon M. J. Bulliot, jouent actuellement un grand rôle dans la Science; en effet, la substance se retrouve dans la masse, l'étendue fournit à la Science ses instruments et ses systèmes de mesures, la qualité est partout sous forme cinétique ou potentielle, la figure est l'objet propre des recherches morphologiques, la relation englobe tout ce qui n'est qu'arrangement de parties et combinaison d'éléments inaltérés.

Ch. Appuhn, professeur au Lycée d'Orléans : *La théorie de l'épigenèse et l'individualisme du corps dans Spinosa.*

MM. Eug. Blum et H. Fehr ont présenté, l'un de M. G. Milhaud, professeur à l'Université de Montpellier, une *Note sur l'idée de Science*, l'autre de M. le Vte Montessus de Ballore (Lille), un Mémoire sur *Une définition logique du hasard.*

La *Section d'Histoire des Sciences* avait pour président M. Paul Tannery (Pantin), bien connu par des recherches sur l'Histoire des Sciences; ses séances furent successivement présidées par MM. Karl Sudhoff, Ernest Lebon, Georg Kahlbaum, Paul Tannery. Les travaux présentés à cette Section témoignent de recherches approfondies :

M. Zeuthen, professeur à Copenhague : *Le théorème de Pythagore, origine de la Géométrie scientifique* [1]. — L'auteur distingue dans les premières connaissances géométriques deux genres : celles qui ont un caractère intuitif et celles que l'on doit considérer comme scientifiques. Il montre que le théorème de Pythagore appartient au second genre, en reconstruisant la formation successive des connaissances qui ont fait reconnaître intuitivement la propriété du carré de l'hypoténuse pour certains triangles rectangles, formuler la proposition générale et parvenir à sa démonstration.

P. Duhem, Professeur à l'Université de Bordeaux : *De l'accélération produite par une force constante. Notes pour servir à l'Histoire de la Dynamique.* — Le long travail de M. Duhem, qui fait suite à son Ouvrage sur *Les Origines de la Statique*, s'appuie sur un travail de M. Wohlwill, le complète par l'indication de nouveaux textes et le rectifie sur certains points. M. Duhem, comme M. Wohlwill, n'attribue pas à Galilée le rôle d'initiateur, et, en cela, ces deux auteurs soutiennent une opinion contraire à celle qui a cours, ce qui pourra susciter des controverses utiles à la vérité historique.

Baron Carra de Vaux (Paris) : *A propos des Merveilles de la Mécanique ancienne.* — On appelle « Merveilles » certains appareils fondés sur des principes pneumatiques très simples, mais auxquels l'art du constructeur faisait produire des effets étonnants. L'auteur, après avoir montré qu'il serait intéressant d'étudier l'effet produit sur l'imagination populaire par ces appareils, donne plusieurs exemples intéressants et termine en demandant que nos Musées soient pourvus de quelques « Merveilles », et que l'attention se porte sur la lampe étrusque de Cortone pour y reconnaître qu'elle était, comme il le croit, une lampe à niveau constant.

Henry Berr, professeur au Lycée Henri IV à Paris : *Gassendi, historien des Sciences.* — L'auteur pense que le XVIIe siècle ne sera pas entièrement expliqué tant que Gassendi n'aura pas été plus étudié, pour préciser son influence directe et son action diffuse. Il passe en revue quelques-uns des paragraphes où Gassendi a contribué à l'Histoire des Sciences et insiste pour montrer que cet écrivain voyait dans l'histoire des idées l'étude des progrès accomplis par le génie humain.

Ernest Lebon, lauréat de l'Académie française, professeur au Lycée Charlemagne à Paris : *Pour l'Histoire des hypothèses sur la nature des taches du Soleil.*

J. Bulliot : *La théorie aristotélicienne de l'être et la Science moderne.* — Il pense que les faits modernes trouvent dans cette théorie, si large et si souple, un cadre préparé et leur place naturelle; que la matière première d'Aristote ressemble à la masse des modernes; qu'elle est complétée par un principe dynamique, le potentiel physico-chimique; qu'elle peut changer selon une loi définie de ce potentiel; que les changements constituent la transformation et l'évolution de la matière; que ceux-ci ont lieu selon une loi d'équivalence quantitative jusqu'au monde de la vie.

Hartwig Derenbourg, membre de l'Institut (Paris) : *La traduction arabe de Dioscoride.* — L'auteur appelle l'attention des hellénisants sur deux manuscrits arabes, cotés CXXV et CCXXXIII, de la Bibliothèque Nationale de Madrid, contenant : l'un une traduction intégrale

[1] Les Mémoires de MM. Zeuthen et P. Duhem, absents, furent présentés par M. Paul Tannery.

d'un écrit grec de Dioscoride « Sur la matière médicale », faite par Etienne, fils de Basile, vers 850, revisée par Honain ibn Iskâk, qui mourut en 873; l'autre dix feuillets d'un commentaire anonyme très bref sur l'écrit de Dioscoride. M. Derenbourg appelle l'attention des futurs éditeurs de Dioscoride sur ces deux documents, importants pour fixer la nomenclature de Dioscoride et pour étayer sur des bases solides la reconstruction d'un texte aux leçons parfois fragiles.

Karl Sudhoff : *Neueste Werthungen des Theophrastus von Hohenheim.* — Il s'agit des jugements portés sur Paracelse depuis une vingtaine d'années : le grand médecin philosophe de la Renaissance, au lieu d'être considéré comme ayant été mystique, est regardé, par les chercheurs de la vérité dans l'Histoire de la Philosophie et des Sciences naturelles, comme ayant eu de profondes idées religieuses et comme ayant été partisan de la Réforme. De plus, on a reconnu que beaucoup d'idées scientifiques modernes se trouvent dans des passages de Paracelse considérés jusqu'ici comme obscurs.

Paul Tannery, directeur des Tabacs (Pantin) : *Les Cyranides.* — Dans son Mémoire sur ce curieux opuscule de matière médico-magique, M. P. Tannery a donné les conclusions suivantes : Vers le milieu du IVe siècle, Valerius Harpocratius compara deux Livres apocryphes intitulés l'*Archaïque* et la *Cyranide*, et les présenta comme traductions d'inscriptions gravées par Hermès Trismigiste sur des stèles de fer en Syrie et en Chaldée; le premier s'est perdu, et le second, qui s'est conservé, contient des recettes médicales réelles et des recettes magiques; cet auteur paraît n'avoir consulté que des sources grecques. Vers le VIIe siècle ou plus tard, un compilateur byzantin en donna une nouvelle recension et y ajouta trois Cyranides; vers le XIe ou le XIIe siècle, un second compilateur byzantin fondit les deux recensions et y ajouta la légende d'un roi de Perse, qu'il nomme Cyranos et qu'il regarde comme l'auteur originaire. Selon M. de Mély, dans les trois dernières Cyranides, les traces de paganisme ont été presque complètement éliminées, tandis que, dans la première, il n'y a aucune trace de gnosticisme.

F. Mentré, professeur à l'Ecole des Roches, à Verneuil : *La simultanéité des découvertes.* — L'auteur cite plus de cinquante découvertes simultanées et indépendantes dans les divers ordres de sciences : ainsi Darwin et Wallace lurent, le 1er juillet 1858, à la Société Linéenne de Londres, leurs Mémoires sur la Sélection naturelle. Il pense que cette simultanéité résulte d'un déterminisme et ne peut être l'effet ni du hasard, ni de l'entente, que les découvertes forment une série irréversible et qu'elles dépendent des circonstances extérieures et du milieu social.

En terminant ce compte-rendu, que j'ai regretté de faire si court, j'adresse des remerciements personnels à M. Henri Fehr, pour avoir bien voulu me donner le résumé de la plupart des Communications relatives à la Section de la Philosophie des Sciences, et des remercîments au nom des Congressistes scientifiques pour le continuel souci qu'il a eu de se mettre en relation avec eux et de leur être très utile.

Ernest Lebon,
Professeur au Lycée Charlemagne.

§ 3. — Astronomie

La force répulsive du Soleil sur les comètes. — La valeur maxima de la force répulsive du Soleil, agissant sur la matière cométaire, et déduite d'observations visuelles, est environ $1 - \mu = 18$; pour toutes les comètes connues, cette valeur résultait d'observations relatives à la direction de la queue de la comète. Mais l'erreur que l'on peut ainsi commettre, dans l'observation directe, atteint facilement une ou deux unités, et l'influence des erreurs d'observation sur le degré d'exactitude dans la valeur de la force augmente avec l'agrandissement de la force répulsive; de plus, si l'on veut évaluer la quantité $1 - \mu$ avec quelque exactitude, il faut supposer à la queue une longueur assez considérable, ce qui est relativement très rare.

Ainsi, les anciennes observations visuelles perdent beaucoup de leur valeur, et ce n'est pas dans les meilleures conditions d'installation qu'il faut chercher le progrès de cette importante question. L'exactitude, heureusement, peut grandir considérablement si, outre la direction de la queue, on peut y noter le déplacement de certaines particularités, interruptions transversales, condensations de matière, etc.; si l'observation directe de ces singularités est inabordable, les progrès de la photographie astronomique durant ces dernières années permettent d'étudier dans les comètes des formations qui, par la ténuité de leur substance, sont inaccessibles à la vue, quelles que soient les lunettes.

M. Th. Brédikhine [1], dont les travaux font autorité en la matière, a montré que la quantité $1 - \mu$ pouvait acquérir des valeurs plus considérables, comme 36 et 18, imputables à l'hydrogène et à l'hélium, jusqu'à des valeurs très faibles, comme 0,64 et 0,17 pour le fer et le plomb : ce serait là l'origine d'une nouvelle classification des corps, capitale au point de vue des théories physico-chimiques. La comète de 1903 fournit des résultats plus surprenants encore avec $1 - \mu = 70$ environ, et l'étude attentive des clichés a permis à M. Brédikhine d'expliquer simplement la formation de l'appendice et ses transformations aux différentes dates, avec les données de ses études mécaniques antérieures sur les formes cométaires.

Nous ne pouvons, pour ces études très spéciales, que renvoyer aux travaux originaux, qui, indiscutablement, vont marquer une phase nouvelle et importante dans l'étude des comètes.

§ 4. — Météorologie

Le Pôle de froid. — On considère généralement comme pôle de froid de l'hémisphère boréal Werchojansk, en Sibérie, où l'on a observé jusqu'à —69°,8 [2]. A en croire les renseignements rapportés par le peintre russe Borissow, certaines parties de la Nouvelle-Zemble seraient soumises à des froids au moins aussi considérables. Dans une excursion faite par cet artiste dans le détroit de Matotchkin, il découvrit, sous une caisse, une boîte avec deux thermomètres, l'un à maxima et l'autre à minima, du constructeur autrichien Kappeler. Il est à supposer que ces instruments ont appartenu à Höfer, géologue autrichien, qui visita le détroit en 1872. L'un des thermomètres marquait + 15°, l'autre — 70°, valeurs qui seraient donc les extrêmes atteints, dans la région, depuis une trentaine d'années.

§ 5. — Physique

Sur une radiation secondaire produite dans les métaux par les rayons cathodiques du radium. — M. F. Paschen [3] vient de faire connaître, sur ce sujet, une série d'intéressantes expériences. Après avoir placé sur la couche sensible d'une plaque sèche du commerce au gélatino-bromure d'argent des feuilles de platine d'épaisseurs différentes recouvertes de papier noir, du bromure de radium pur, scellé dans une éprouvette, fut disposé au-dessus à une distance de 15 à 25 centimètres; l'auteur observa alors sur la plaque sensible la silhouette des feuilles

[1] Th. Brédikhine : Sur les valeurs de la répulsion solaire subie par la substance cométaire : *Bull. de l'Ac. des Sc. de Saint-Pétersbourg*, t. IV, n° 5, p. 484, Mai 1897. — Mechanische Untersuchungen uber Cometenformen, 1903. — Sur les grandes valeurs de la force répulsive du Soleil : *Bull. de l'Acad. des Sc. de Saint-Pétersbourg*, t. XX, 1904.

[2] *Ciel et Terre*, t. II, p. 133, et t. XXIV, p. 516.

[3] *Physikalische Zeitschrift*, t. V, n° 16, p. 502-504 (15 août 1904).

métalliques. Si l'on place ces dernières au-dessous de la couche sensible et au contact de celle-ci, les rayons cathodiques partant du radium traversent d'abord le verre de la plaque photographique, puis la couche sensible, pour venir enfin frapper la feuille de platine. Or, on a observé sur cette dernière un noircissement intense reproduisant la forme des feuilles. En introduisant l'éprouvette au radium dans une enveloppe de plomb fermé, on augmente l'intensité de l'obscurcissement, tandis que, dans la disposition décrite en premier lieu, les silhouettes des morceaux de métal prennent alors un éclat moindre.

Ces expériences démontrent l'existence d'une radiation secondaire émanant des métaux frappés par les rayons β et γ du radium, radiation dont l'intensité s'accroît avec la vitesse du rayonnement primaire. L'auteur est occupé à faire des expériences spéciales en vue d'établir les lois reliant ces rayonnements secondaires aux différentes conditions qui peuvent se présenter.

Les rayons β pouvant être considérés comme des rayons cathodiques, les radiations secondaires dont l'existence vient d'être établie seraient alors l'effet Röntgen de ces rayons, effet exigé par la théorie. Cette action, d'accord avec les théories récentes, se montre plus intense à mesure que la vitesse et l'énergie électromagnétique, c'est-à-dire « l'impulsion », de ces rayons est plus grande. Le fait que les rayons γ présentent de beaucoup l'effet le plus fort s'explique par l'hypothèse que ces radiations, loin d'être des rayons Röntgen, ne sont autres que des rayons cathodiques, d'une vitesse très considérable.

Sur un gaz radio-actif retiré du pétrole brut. — Le pétrole brut frais, comme le font voir les expériences de M. F.-F. Burton[1], renferme un gaz fortement radio-actif et qui ressemble — par sa vitesse de déperdition, aussi bien que par la vitesse de déperdition de la radio-activité qu'il excite — à l'émanation du radium et à celle que divers expérimentateurs viennent de retirer du mercure et de certaines eaux provenant directement du sol.

Ce gaz radio-actif éprouve une déperdition suivant approximativement une loi potentielle, la demi-valeur étant atteinte en 3,125 jours. Il excite une radio-activité induite dont la vitesse de déperdition est telle que la demi-valeur est atteinte en environ trente-cinq minutes.

Le pétrole brut semble renfermer de faibles traces d'une matière radio-active plus permanente que l'émanation du radium.

Le magnétisme des alliages du manganèse. — L'addition d'un métal non magnétique à un métal magnétique abaisse en général la température de transformation de celui-ci, jusqu'à l'amener, dans certaines conditions, au-dessous des températures ordinaires; c'est ainsi qu'on obtient des alliages non magnétiques en ajoutant, par exemple, 13 °/₀ de manganèse ou 25 °/₀ de nickel au fer, 30 °/₀ de cuivre au nickel, etc.

Le relèvement de la température de transformation est plus rare, et l'on n'en connaissait guère jusqu'ici d'autres exemples que ceux qui sont donnés par l'addition du fer au nickel jusque vers 30 °/₀ de fer, ou du cobalt au fer; mais on remarquera que, pour ces deux séries d'alliages, le métal additionné possède une température de transformation supérieure à celle du métal principal. On avait donc été conduit à considérer comme une loi presque nécessaire le fait de l'abaissement du point de transformation magnétique par l'addition à un métal magnétique d'un métal indifférent.

On vient de découvrir une remarquable exception à cette loi. M. Heusler, retrouvant d'une manière indépendante un phénomène signalé déjà en 1892 par M. Hogg, a réussi à préparer toute une série d'alliages magnétiques en partant de métaux non magnétiques aux températures ordinaires.

M. Hogg avait opéré sur un ferro-manganèse à 82 °/₀ de Mn, dans lequel l'addition de 3 °/₀ d'aluminium avait fait apparaître des propriétés magnétiques assez intenses. L'auteur ne semble pas avoir poursuivi l'étude de ce curieux phénomène.

Les recherches de M. Heusler, parties d'une constatation fortuite, ont porté essentiellement sur les alliages manganèse-étain et manganèse-aluminium, dissous dans du cuivre qui les rend malléables. Les effets les plus intenses ont été obtenus avec les alliages de la seconde série, qui ont pour point de départ la combinaison MnAl. Cette association en proportions atomiques égales communique, au bronze qu'elle forme par addition de cuivre, des propriétés magnétiques d'autant plus intenses que le cuivre est en moindre proportion; la température de transformation s'élève dans le même sens.

Les nombres ci-après, obtenus dans un champ de 100 unités, montrent quel est l'ordre d'intensité du magnétisme dans les nouveaux alliages :

PROPORTION DE MnAl	INDUCTION
28,8 °/₀	3.200
36,6	4.650
39,7	5.300

Pour le dernier alliage, la température de transformation est supérieure à 300°; une addition de corps étrangers abaisse rapidement cette température, sans diminuer toujours le magnétisme aux températures ordinaires; une faible quantité de plomb ajouté à l'alliage augmente, au contraire, son intensité. Un étuvage à une température peu supérieure à 100° agit dans le même sens.

La variation de l'induction et de la perméabilité avec le champ est donnée, pour un alliage à 41 °/₀ MnAl, dans le tableau ci-après :

CHAMP	INDUCTION	PERMÉABILITÉ
1,6	1.140	700
3,3	2.280	690
4,9	2.780	570
18,3	4.470	240
27,6	4.660	170
56,8	5.150	90
147,0	5.350	40

Pour cet alliage, le coefficient η de la formule $E = \eta \mathfrak{B}^{1,6}$ de Steinmetz, qui régit la perte d'énergie par hystérèse, est égal à 0,0055.

On voit que la perméabilité initiale de l'alliage étudié est très supérieure à celle des fontes non recuites, tandis qu'elle lui est sensiblement inférieure pour les champs intenses. Elle est environ sept fois moins forte que la perméabilité initiale des meilleurs aciers doux. Le coefficient de Steinmetz est un peu plus petit que dans les fontes, mais beaucoup plus fort que dans les fers doux.

Ces quelques indications montrent que les alliages de M. Heusler ne permettent, pour le moment, aucune application industrielle avantageuse, malgré leur résistivité élevée, qui pourrait les faire rechercher pour les rôles des transformateurs. C'est d'un autre côté qu'il faut chercher l'intérêt qui s'attache à la découverte de leurs propriétés.

On remarquera d'abord que les propriétés magnétiques des sels de manganèse ont été signalées depuis longtemps, et que cette circonstance, rapprochée du ferromagnétisme faible, mais bien mesurable, du manganèse métallique, ainsi que des nombreuses parentés qu'il possède avec les métaux du groupe du fer, l'a fait considérer depuis longtemps, avec le chrome, comme un métal réellement magnétique, mais dans lequel les conditions d'apparition intense de cette propriété particulière n'auraient pas encore été réalisées. Faraday pensait déjà qu'un refroidissement très énergique de

[1] Voir *Physikalische Zeitschrift*, n° 16.

tous les métaux du groupe du fer serait de nature à faire apparaître leurs propriétés magnétiques; la faiblesse de ces dernières serait dès lors seulement attribuable au fait que, aux températures ordinaires, ils sont au-dessus de leur point de transformation.

La production du magnétisme dans les alliages étudiés par M. Hogg et M. Heusler serait dès lors une simple mise en valeur des propriétés magnétiques du manganèse, à peu près absentes dans les conditions ordinaires, pour les raisons qui viennent d'être indiquées. La combinaison du manganèse avec l'aluminium ou l'étain relèverait simplement sa température de transformation.

Cette exception à la règle admise jusqu'ici est très remarquable assurément, mais elle n'est pas aussi isolée qu'on pourrait le croire. Une transformation marquée par l'apparition ou la disparition des propriétés magnétiques d'un métal est généralement accompagnée d'un changement dans l'état cristallin, c'est-à-dire dans l'état d'agrégation particulier du métal; or, la fusion n'est pas, en général, autre chose que le passage de l'état cristallin à l'état amorphe dans des conditions déterminées de température et de pression. Jusqu'à ces dernières années, on avait pensé que l'addition à un métal déterminé d'un autre métal plus fusible abaisse toujours sa température de fusion, et l'on ne connaissait pas d'alliages ayant une température de fusion plus élevée que celle du moins fusible des constituants. Là aussi on avait pu croire à une loi naturelle abondamment prouvée par l'expérience.

Mais des exceptions notables ont été découvertes : les alliages bismuth-aluminium, par exemple, sont, en presque totalité, moins fusibles que l'aluminium, et atteignent une température de fusion de plus de 400 degrés supérieure à celle de ce métal. La combinaison SbAl, isolée par M. Wright, a été ainsi retrouvée par M. Charpy dans l'un des maxima de la courbe de fusibilité. De même, sir W. Roberts Austen a préparé une combinaison Al^2Au moins fusible que l'or; enfin M. Hogg, dans sa Note présentée en 1892 à la British Association à Edimbourg, signale le fait d'une solidification très rapide d'une partie de son alliage après le mélange au ferro-manganèse de l'aluminium qu'il voulait lui incorporer, et la forte liquation qui en est résultée, séparant l'alliage en deux parties dont une seule, la moins riche en aluminium, a pu être coulée aisément.

Nous voyons, dans tous ces cas de surélévation des températures de fusion, figurer l'aluminium, comme c'est à lui aussi qu'est due l'apparition des propriétés magnétiques les plus intenses dans ses alliages avec le manganèse. Peut-être trouvera-t-on, pour l'étain, des effets analogues sur les températures de fusion des alliages qu'il forme; mais une telle constatation ne serait pas nécessaire pour qu'on pût donner quelque créance à l'hypothèse ébauchée ci-dessus. Il semblerait plus fructueux de rechercher à quelles autres propriétés connues de l'aluminium se rapporte ce singulier pouvoir de relèvement des points de transformation des combinaisons qu'il forme avec divers autres métaux.

On pourrait alors fondre en une seule théorie les diverses observations rapprochées dans ce qui précède.

Ch.-Ed. Guillaume,
Directeur-adjoint du Bureau international des Poids et Mesures.

§ 6. — Électricité industrielle

Essais comparatifs sur les courants continus et alternatifs à haute tension. — Le problème des transmissions d'énergie à grande distance devient de plus en plus important à mesure que les exploitations de traction et d'éclairage électriques se multiplient, en même temps que la force disponible à proximité des centres d'utilisation est graduellement consommée. Bien qu'il existe des exemples où la force hydraulique produite par un centre puissant est distribuée sur une grande échelle à des distances considérables, les ressources de l'électrotechnique actuelle sont loin d'être illimitées; dans bien des cas, les ingénieurs ont dû renoncer à l'utilisation de forces hydrauliques très importantes et qui auraient été d'une valeur inestimable pour l'industrie du pays, faute de pouvoir transmettre ces forces aux distances dont il s'agissait. Il aurait fallu employer à cet effet des courants de tensions énormes, tensions qui n'ont pas encore été soumises à l'expérience dans le cas du courant continu, alors qu'elles se sont montrées excessives dans celui du courant alternatif.

Les chiffres qui suivent donneront une idée de l'ordre de grandeur des différences de potentiel nécessaires pour transmettre la force à de grandes distances. Admettons une perte d'énergie de 10 % sur la ligne et un poids de cuivre de 30 kilogrammes par cheval électrique transmis; il faudra, dans le cas du courant continu, employer une tension initiale de 4.200 volts à 10 kilomètres de distance, tension qui, pour la distance de 100 kilomètres, s'élèverait à 42.000, et pour 1.000 kilomètres à 420.000 volts. Il est vrai qu'en employant la Terre comme retour ou comme limitateur statique de la tension, ces distances pourraient être portées à des valeurs doubles pour une tension, une perte et un poids de cuivre de même grandeur, alors qu'à distance égale la tension se réduirait à une valeur moitié moindre. D'autre part, ces distances sont, dans le cas du courant alternatif, considérablement moins grandes en raison des phénomènes secondaires qui se présentent sur la ligne.

L'importance d'expériences qui feraient voir la manière dont se comporte le courant continu à tension très élevée est évidente d'après ce que nous venons de dire : au delà de 25.000 volts, on ne possédait pas d'expériences sûres; il ne semblait point invraisemblable que des différences de potentiel doubles ou triples ne donnassent lieu à des phénomènes inattendus et que le point critique, limitant les distances de transmission, ne fût atteint bien plus tôt qu'on ne l'avait admis jusqu'alors.

C'est pourquoi les expériences que la Compagnie de l'Industrie électrique et mécanique, à Genève, vient de faire exécuter dans ses laboratoires nous paraissent présenter un intérêt évident.

Dans ces expériences, trois dynamos à courant continu, dont l'une donnait facilement 20.000 et chacune des deux autres 25.000 volts, ont été accouplées en série, de façon à pouvoir donner une tension de 70.000 volts en courant continu.

Les expérimentateurs ont étudié en premier lieu les phénomènes que présentent les isolateurs usuels vis-à-vis des courants continus et alternatifs. Comme on possède actuellement de nombreuses données d'ordre pratique relativement aux courants alternatifs, il était intéressant de faire une étude comparative des deux genres de courant et de déterminer, en particulier, quelle tension de courant continu correspond, au point de vue de la résistance diélectrique des isolateurs, à une tension de courant alternatif donnée et quelles distances de transmission assureraient le même degré de sécurité et entraîneraient les mêmes pertes dans ces deux systèmes.

Une alternatrice de 75 kilowatts à induit tournant servait comme source de courant alterné. En raison de la forme singulière de la courbe des forces électromotrices de cette machine, les conditions d'isolement étaient tout particulièrement favorables au courant alternatif employé; d'autre part, ces conditions étaient peu avantageuses dans le cas du courant continu dont se sont servis les expérimentateurs, la self-induction étant augmentée en raison de la disposition des bobines de l'induit dans les rainures d'un anneau de Paccinotti, de façon à donner lieu à des oscillations de courant. Or, les résultats des expériences

sont néanmoins nettement en faveur du courant continu; tous les isolateurs ont supporté, dans le cas du courant continu, des tensions bien supérieures à celles du courant alternatif. D'ailleurs, au contraire des phénomènes présentés par le courant alternatif, on n'a jamais constaté d'effets thermiques considérables dans les isolateurs exposés à l'action du courant continu. Les isolateurs simples employés en télégraphie, aussi bien que ceux qui avaient servi pendant des années à des transmissions de force à distance moyenne, n'ont pas été percés, même avec 65.000 volts en courant continu. Somme toute, les résultats de ces expériences, dont il serait trop long d'énumérer les détails, confirment parfaitement ce qu'on pouvait espérer après les expériences de transmission de force faites par la même Compagnie entre Saint-Maurice et Lausanne (60 kilomètres, 5.000 chevaux, 22.000 volts en courant continu). Il est désormais bien établi que la tension limite qu'il ne faut pas dépasser avec nos resssources actuelles est, dans le cas du courant continu, bien au delà de 70.000 volts.

En conséquence, il sera possible de franchir, au moyen des courants continus, sur une échelle industrielle et d'une façon parfaitement économique, des distances plus de deux fois plus grandes que celles qu'on ne parcourait jusqu'ici qu'à grand'peine au moyen du courant alternatif. On pourra d'ores et déjà transmettre à 335 kilomètres avec une perte de 10 °/₀ seulement et avec un poids de cuivre de 30 kilogrammes par cheval transmis, alors que, dans le cas de 1.000 kilomètres, on aurait le même poids de cuivre et un peu moins de 30 °/₀ de pertes.

Pour illustrer l'importance de ces expériences, nous rappellerons que le petit pays qu'est la Suisse paie à l'Etranger plus de 14 millions de francs par an pour le charbon nécessaire à ses locomotives, alors que, dans le cas où la transmission électrique de l'énergie serait adoptée, cette somme et d'autres bien plus importantes pourraient être économisées.

§ 7. — Agronomie

Le Boll Weevil du Cotonnier. — M. Moseri, dans le *Bulletin de la Chambre de Commerce internationale du Caire*, donne quelques indications intéressantes sur ce coléoptère, dont les terribles ravages éprouvent en ce moment les colonies du Texas. C'est un charançon : l'*Anthonomus grandis*, de 5 à 6 millimètres de longueur et de couleur grisâtre; son rostre allongé mesure 3 millimètres. Le développement de cet insecte se fait à l'intérieur du fruit du cotonnier. L'œuf arrive à maturité au bout de trois jours, la larve aussitôt ravage les capsules et en détermine la chute, puis, au bout d'une semaine environ, se métamorphose; trois jours après, la nymphe devient insecte parfait. L'accouplement a lieu, et, trois semaines après l'éclosion des premiers œufs, d'autres œufs éclosent. On comprend avec quelle rapidité peuvent s'étendre les ravages d'un insecte dont le cycle est de si courte durée. On lutte avec énergie en Amérique contre ce fléau; les variétés hâtives, les engrais, tout ce qui peut augmenter la précocité a été conseillé. Dans deux localités envahies, à Sabine Parish (Louisiane) et à la Station astronomique d'Audubrore Park (à côté de New Orleans), on a complètement détruit les plants attaqués, espérant ainsi prévenir l'envahissement des cotonniers voisins. On a enfin conseillé l'emploi du vert de Paris.

Néanmoins, la lutte est fort difficile, et le Gouvernement américain a dû élaborer un ensemble de lois sévères pour protéger les Etats indemnes.

§ 8. — Sciences médicales

Prophylaxie du paludisme dans l'isthme de Suez. — Chargé par la Compagnie du canal de Suez de tâcher d'enrayer le paludisme dans l'isthme, M. le Dr Pressat[1] (d'Ismaïlia), ayant constaté que la protection mécanique usitée en Italie est impraticable en Egypte, a procédé méthodiquement à la destruction des larves de moustiques. Il a constitué une équipe de quatre hommes : un surveillant européen et trois indigènes. Cette brigade a été munie de bidons de pétrole et a eu pour mission de pénétrer dans toutes les maisons d'Ismaïlia et de verser du pétrole partout où elle trouvait de l'eau stagnante. Les habitants, prévenus par des circulaires, surent que l'équipe passerait dans chaque maison, chaque semaine, à la même heure; car, comme il faut plus de huit jours à un œuf de moustique pour devenir larve, nymphe et insecte parfait, l'équipe passa plusieurs fois, et bientôt on n'eut plus de moustique dans la ville. La même brigade a opéré de même dans la campagne. Pendant ce temps, des travaux de comblement et de drainage étaient entrepris aux alentours de la ville pour supprimer complètement les marais d'infiltration qui s'y formaient au moment de la crue du Nil. Ces travaux furent exécutés sans qu'on pût constater un seul accès de fièvre, car le Dr Pressat avait institué la prophylaxie thérapeutique, faisant une distribution de quinine trois fois par semaine et remettant, en outre, une solution arsenicale aux paludéens chroniques; il avait obligé chaque ouvrier à prendre chaque matin 20 centigrammes de quinine. Cette destruction systématique des larves, ces travaux d'assainissement et cette « quinisation » préventive ont eu d'excellents résultats. En 1900, il y avait eu à Ismaïlia 2.250 cas de malaria; en 1903, il n'y en a eu que 200, dont seulement deux nouveaux. On ne saurait donc mieux faire que de conseiller cette façon d'opérer à tous ceux que le paludisme préoccupe à juste titre, et en particulier au général Galliéni, car l'on sait que Madagascar est la proie de la fièvre paludéenne.

Tuberculose et mutualité. — Au Congrès d'Arras (17-20 juillet 1904), on a discuté une question d'un intérêt capital : les rapports de la tuberculose et de la mutualité. Ce problème a été exposé, dans un Rapport très documenté, par M. Edmond Fuster, secrétaire général de l'Alliance de l'Hygiène sociale. La mutualité française est décimée par la tuberculose et elle lui paie une part très importante de ses ressources; pour peu que cela continue, la mutualité sera ruinée par ce mal social. Aussi M. Fuster, s'inspirant de la théorie antituberculeuse du Professeur Grancher, demande-t-il aux sociétés mutualistes de transformer de fond en comble leurs procédés d'assistance et de secours. Ce n'est pas à des malades avancés et, par conséquent, à des forces annihilées qu'il faut apporter le maximum des secours. C'est à prévenir la maladie que la mutualité doit s'attacher, tout au moins à déceler le mal à son début, alors qu'il est encore curable et que les soins à donner sont moins coûteux. Pour le rapporteur, le rôle des sociétés mutualistes consiste surtout à s'affilier aux dispensaires d'hygiène sociale, dont le type parfait est réalisé par le dispensaire Calmette, à Lille. Moyennant entente avec le dispensaire, la mutualité dépiste la tuberculose dès ses premiers méfaits et protège les autres membres de la famille, car il faut qu'elle assure un logement sain à tous ses membres; d'autre part, elle doit s'adresser aux œuvres de préservation de l'enfance, telles que celles créées par le Professeur Grancher pour l'enfant sain né de parents tuberculisés, et par Krauss pour la jeune fille pré-tuberculeuse; qu'elle ait recours aux gouttes de lait, aux consultations de nourrissons, en un mot, qu'elle fasse œuvre de préservation, qu'elle devienne un instrument actif et éclairé de l'hygiène sociale. On ne peut qu'applaudir à ces idées fort justes d'un homme qui a compris quel devait être le véritable rôle de cette force naissante qui s'appelle la mutualité.

[1] Voir, à ce sujet, la *Presse médicale* du 30 juillet 1904, p. 482.

Nanisme expérimental. — MM. Charrin et Le Play[1] ont fait des expériences relatives à la production d'insuffisances de développement par l'injection de produits intestinaux stérilisés. Ils ont pris comme témoins et comme sujets des animaux appartenant à une même portée et vivant dans des conditions identiques. Or, les poids de ces témoins atteignaient et dépassaient 1.300 grammes, tandis que ceux des avortons s'arrêtaient à 400 grammes environ; des radiographies montrent que, chez ceux-ci, les os, plus transparents, contiennent moins de matériaux solides, moins de chaux et moins de phosphore. Les auteurs ont constaté que l'action de ces poisons du tube digestif porte sur l'ensemble des échanges et des tissus. Aussi, par surcroît, ces expériences mettent en lumière l'influence des produits de l'intestin sur l'état du foie, des reins, du sang, etc. Mais ce sont surtout les détériorations des viscères (corps thyroïde, organes génitaux, etc.), aptes par eux-mêmes à actionner l'évolution de l'économie, qui achèvent de montrer la complexité du mécanisme de ces arrêts de développement. Si l'on veut bien se souvenir des expériences faites par MM. Gley et Charrin, qui ont obtenu des nains en imprégnant les ascendants de toxines variées, on reconnaîtra que l'expérimentation reproduit les principaux types des insuffisances de développement : les unes en rapport avec des gastro-entérites, les autres en rapport avec des infections des générateurs, telles que la tuberculose ou la syphilis.

§ 9. — Géographie et Colonisation

Les chalands de mer et le commerce maritime[2]. — La navigation maritime tend de plus en plus à utiliser des embarcations particulièrement aptes au transport économique des marchandises lourdes et encombrantes. Ce sont les chalands de mer (*Seeleichter*), qui, tantôt jouent le rôle d'allèges, suppléant à l'insuffisance des mouillages dans certains ports de mer, tantôt sont utilisés par le cabotage en mer ou en rivière. Pour le premier usage, on les emploie dans quelques ports d'Extrême-Orient et des colonies allemandes d'Afrique, dans la mer d'Azow et dans la Caspienne. En Allemagne, ils desservent les ports maritimes en rivière et font le service des avant-ports. Leur trafic est intense, par exemple, entre Brême, Bremerhaven et Hambourg. Les chalands de la seconde catégorie sont d'un usage plus étendu. On les signale en France dès 1852, et c'est dans la région de Marseille qu'ils sont le plus utilisés; grâce à de puissants remorqueurs, la Compagnie « Havre-Paris-Lyon-Marseille » en envoie jusqu'à Nice et à Cette, tandis que d'autres remontent, par le Rhône et la Saône, jusqu'à plus de 600 kilomètres dans l'intérieur des terres. La Hollande, l'Angleterre ont aussi des services de chalands, mais c'est en Allemagne qu'ils sont les plus nombreux; ils sillonnent la Baltique et la mer du Nord, en profitant des avantages et de la sûreté que leur offre le canal de Kiel; ils vont ainsi des ports du canal de Dortmund à l'Ems jusqu'à Stettin, Riga, jusqu'aux ports des golfes de Finlande et de Bothnie, transportant les houilles, les minerais, les bois, les céréales, le sucre. Les Américains n'ont pas manqué d'en tirer un excellent parti. Des remorqueurs, portant eux-mêmes 5.000 tonnes de combustible, halent des chalands de 3.000 à 4.000 tonnes. Des services fonctionnent sur l'Hudson, tandis que d'autres desservent les grands Lacs, assurant le transport des matières lourdes à des prix qui défient la concurrence des voiliers et des cargo-boats. En Amérique et en Allemagne, on a même tenté de faire effectuer à ces embarcations de longs parcours à travers l'Océan. Mais les essais n'ont pas été satisfaisants, puisque la Compagnie « Hamburg-Amerika » a dû interrompre les services qu'elle avait organisés entre Hambourg et Chicago. Ce sont les frais de remorquage en mer qui, augmentant dans une trop forte proportion avec la longueur du parcours, empêchent ce mode de transport d'être avantageux. Mais, si le long cours leur est encore interdit, il n'en reste pas moins que les chalands peuvent rendre au cabotage de grands services, en supprimant les transbordements coûteux du passage de la navigation maritime à la navigation fluviale, en évitant les travaux onéreux des approfondissements de rivières, en permettant enfin d'accoster à des points que les caboteurs à vapeur ne sauraient desservir. Sans prétendre remplacer la batellerie ou effectuer les grandes traversées océaniques, les chalands de mer ont donc encore un rôle très utile à remplir et méritent d'attirer l'attention des armateurs de nos différents ports atlantiques et méditerranéens.

P. Clerget,
Professeur à l'Ecole de Commerce du Locle (Suisse).

§ 10. — Enseignement

Diplômes d'études supérieures. — La réforme du Concours d'agrégation de l'Enseignement secondaire a rendu nécessaire la création de diplômes d'études supérieures. Voici quelles sont les conditions d'obtention de ces diplômes dans les trois ordres scientifiques :

1° *Diplôme d'études supérieures de Mathématiques.* — *a*) Composition d'un travail écrit sur un sujet agréé par la Faculté ;

b) Interrogation sur ce travail et sur des questions données trois mois au moins à l'avance et se rapportant à la même partie des Mathématiques.

Le travail peut consister soit en recherches originales, soit dans l'exposé partiel ou total d'un mémoire ou d'un cours d'ordre supérieur. Dans ce dernier cas, par « exposé », on doit entendre soit le résumé simplifié du mémoire ou du cours, soit le développement détaillé de résultats ou de méthodes que l'auteur ou le professeur n'a fait qu'indiquer.

Est tenu pour équivalent du diplôme d'études supérieures de Mathématiques un des certificats suivants délivrés en conformité du décret du 22 janvier 1896 sur la licence ès sciences : Géométrie supérieure, Analyse supérieure, Physique mathématique, Mécanique céleste, Mécanique physique et expérimentale.

2° *Diplôme d'études supérieures de Sciences physiques.* — *a*) Composition d'un travail exposant les résultats des expériences faites par le candidat sur un sujet de Physique, de Chimie ou de Minéralogie, choisi par lui et agréé par la Faculté.

b) Interrogation sur ce travail et sur des questions données trois mois au moins à l'avance et se rapportant à la même partie des sciences physiques.

Le travail peut consister soit en recherches originales, soit dans l'étude d'un mémoire, avec reproduction et vérification des expériences, soit dans une étude étendue sur une question de Physique mathématique.

Est tenu pour équivalent du diplôme d'études supérieures de Sciences physiques le certificat d'études supérieures de Physique appliquée.

3° *Diplôme d'études supérieures de Sciences naturelles.* — *a*) Composition d'un travail exposant les résultats des expériences ou observations faites par le candidat sur un sujet de Biologie, de Physiologie générale, de Zoologie, de Botanique ou de Géologie, choisi par lui et agréé par la Faculté ;

b) Interrogation sur ce travail et sur des questions données trois mois au moins à l'avance et se rapportant à la même partie des sciences naturelles.

Le travail peut consister, soit en recherches originales, soit dans l'étude d'un mémoire, avec reproduction et vérification des expériences ou observations.

---

[1] Société de Biologie, 2 juillet 1904.

[2] Cf. la bibliographie que donne sur ce sujet M. L. Laffitte, dans son article des *Ann. de Géographie*, 15 novembre 1903.

L'OPTIQUE DES MÉTAUX
POUR LES ONDES DE GRANDE LONGUEUR

En 1900, j'ai eu l'honneur d'exposer dans cette *Revue*[1] des recherches qui avaient été entreprises dans le but d'isoler du rayonnement total d'une source calorifique un domaine spectral étroitement limité d'ondes de grande longueur. La réflexion métallique sélective, que présentent dans le spectre ultra-rouge plusieurs substances, comme le quartz, la fluorine, le sel gemme et la sylvine, se montra le moyen le mieux approprié à ce but. Après réflexion multiple sur des faces de substances de ce genre, il ne reste plus, en quantité mesurable, que ceux des rayons de la source lumineuse qui subissent la réflexion métallique. On obtient par cette méthode des rayons de longueurs d'onde différentes suivant la nature de la substance réfléchissante : environ 9μ avec le quartz, 25μ avec la fluorine, 51μ avec le sel gemme et 61μ avec la sylvine. Ces rayons calorifiques de grande longueur d'onde, nommés par nous *rayons restants*, qui ne peuvent être observés dans les spectres de prismes par suite de l'absorption par la substance du prisme, présentent, sous plusieurs rapports, un caractère électromagnétique presque complet, c'est-à-dire qu'ils se rapprochent plus, par leurs propriétés, des ondulations hertziennes que des rayons du spectre visible. On le démontre par la grandeur de l'absorption et de la réflexion de ces rayons dans divers milieux transparents. D'autre part, on peut reproduire avec ces ondes longues des phénomènes de résonance électrique.

Tels sont, brièvement résumés, les faits qué j'ai exposés ici-même en 1900.

Depuis lors, je me suis occupé, presque sans interruption, de poursuivre, dans plusieurs directions, l'examen des propriétés de ce domaine spectral jusqu'alors inconnu, et en particulier d'étudier la façon dont se comportent les métaux vis-à-vis de ces ondes de grande longueur. Ici, l'on pouvait prévoir de très intéressantes corrélations avec les propriétés électriques de ce groupe de corps. Enfin, pour être complet, il était désirable de soumettre également aux recherches la partie à moins grande longueur d'onde du spectre ultra-rouge, qui peut encore être observée par la vieille méthode spectrothermométrique en munissant le spectromètre de miroirs creux (à la place de lentilles) et d'un prisme de sylvine.

[1] H. Rubens : Recherches sur le spectre infra-rouge, dans la *Revue* du 15 janvier 1900, t. XI, p. 7. Voir aussi : Le spectre infra-rouge. *Rapport présenté au Congrès international de Physique*. Paris, 1900.

Les résultats de ces recherches, que j'ai exécutées en collaboration avec M. E. Hagen[1], sont brièvement résumés ci-après. Voici d'abord les considérations qui nous ont guidés.

I

On a souvent proclamé que la théorie de Maxwell, sous sa forme originale, ne suffit pas à expliquer les propriétés optiques des métaux, et qu'il existe plutôt une opposition directe entre les propriétés optiques et électriques de ces corps au point de vue de la théorie électromagnétique de la lumière. Ainsi Kundt a démontré, par des essais sur des prismes, que les indices de réfraction des métaux pour la lumière rouge se classent dans le même ordre que leurs résistances spécifiques; d'après la théorie de Maxwell, ils devraient se placer dans l'ordre inverse. Les relations que prévoit la théorie entre la transparence et le pouvoir de réflexion des métaux dans le spectre visible ne se vérifient pas davantage. Toutefois, ces contradictions disparaissent quand on passe aux grandes longueurs d'onde, c'est-à-dire au spectre ultra-rouge. Déjà, en 1889, j'avais attiré l'attention[2] sur le fait que, dans le spectre ultra-rouge, les bons conducteurs de la chaleur et de l'électricité (Ag, Cu, Au) présentent un pouvoir réfléchissant plus élevé que les mauvais conducteurs (Pt, Ni, Fe). Depuis lors, le Professeur Hagen et moi nous avons pu démontrer[3] que le platine et particulièrement le bismuth, qui, dans le spectre visible, malgré leur mauvais pouvoir conducteur, sont beaucoup moins transparents que l'argent et l'or, dépassent considérablement ces métaux en transparence dans l'ultra-rouge, de sorte que, dans le domaine des ondes de grande longueur, l'ordre exigé par la théorie de Maxwell pour les coefficients d'extinction de ces métaux se vérifie. L'essai suivant permet d'expliquer ce phénomène : Sur deux lames de quartz minces de même épaisseur, on dépose, par pulvérisation cathodique, un miroir d'argent transparent bleu et un miroir de bismuth presque opaque. Malgré son opacité, la couche de bismuth laisse passer la por-

[1] E. Hagen et H. Rubens : *Annalen der Physik*, [4], t. XI, p. 873 (1903), et *Berichte der deutschen physikal. Gesellschaft*, t. VI, n° 4.

[2] H. Rubens : La réflexion sélective des métaux. *Annalen der Physik*, t. XXXVII, p. 249 (1889).

[3] E. Hagen et H. Rubens : *Ann. der Physik*, [4], t. VIII, p. 432 (1902).

tion à grande longueur d'onde des rayons calorifiques émis par une lampe Auer, tandis que l'argent transparent absorbe la presque totalité du rayonnement.

Cependant, comme il n'y a que peu de métaux qui puissent être préparés en couches suffisamment minces et d'épaisseur égale, et comme, en particulier, les supports diathermanes appropriés à ces couches métalliques font défaut, nous n'avons pas poursuivi nos expériences d'absorption; mais nous avons pris comme objet de nos recherches la détermination du pouvoir de réflexion des métaux pour les ondes de grande longueur.

La théorie électromagnétique de la lumière donne, dans certaines conditions, particulièrement bien remplies par les métaux, pour le pouvoir de réflexion R, exprimé en pour cent du rayonnement incident, l'expression :

$$R = 100 - \frac{200}{\sqrt{A\tau}},$$

où A est le pouvoir de conductibilité électrique du métal considéré en unité électrostatique absolue, et τ le temps de vibration en secondes. Cette équation a été établie par MM. P. Drude[1], M. Planck[2] et d'autres. Si l'on remplace la durée de vibration τ par la longueur d'onde λ (mesurée en μ), et le pouvoir de conduction électrostatique absolu A par la conductibilité électromagnétique $\varkappa$ (c'est-à-dire l'inverse de la résistance, mesurée en ohms, que présente un conducteur de la substance considérée pour un mètre de longueur et 1 millimètre carré de section), on a[3] :

$$R = 100 - \frac{36,5}{\sqrt{\varkappa\lambda}},$$

et, pour l'intensité 100 — R qui pénètre dans le métal :

$$100 - R = \frac{36,5}{\sqrt{\lambda\varkappa}}.$$

Autrement dit, le produit du coefficient de pénétration 100 — R par la racine carrée de la conductibilité $\varkappa$ est une grandeur indépendante de la nature du métal et qui varie seulement avec la longueur d'onde du rayonnement.

II

Voici la méthode que nous avons employée pour l'examen du pouvoir de réflexion (fig. 1) : Un petit plateau tournant A porte, un peu excentriquement, une petite lampe à incandescence de Nernst B. Quand on tourne le plateau de 180°, ce qui se fait facilement et exactement au moyen d'un bras C et de deux vis fixes S et S', la lampe B vient exactement au point X, qu'occupait auparavant son image produite par le miroir concave D, dont on doit mesurer le pouvoir de réflexion. L'intensité des rayons partant de X ne diffère, dans les deux positions de la lampe Nernst, l'image et l'objet étant de la même grandeur, que du pouvoir de réflexion du métal dont le miroir concave D est constitué. De X, la marche des rayons est la même dans les deux cas, c'est-à-dire dans les deux positions de la lampe Nernst. Par l'intermédiaire d'un miroir plan L et d'un miroir concave E, les rayons sont réunis sur la fente d'un spectromètre FGDJ, qui est pourvu de miroirs concaves G et H à la place de lentilles. K est un prisme de sylvine. On voit

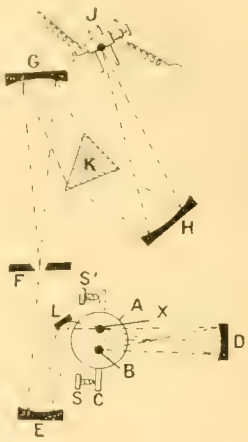


Fig. 1. — *Appareil pour l'étude du pouvoir de réflexion des métaux.* — A, plateau tournant; B, lampe de Nernst; D, miroir concave en métal; L, E, G, H, miroirs; F, fente; K, prisme de sylvine; J, jonction thermique; C, bras; S, S', vis de position.

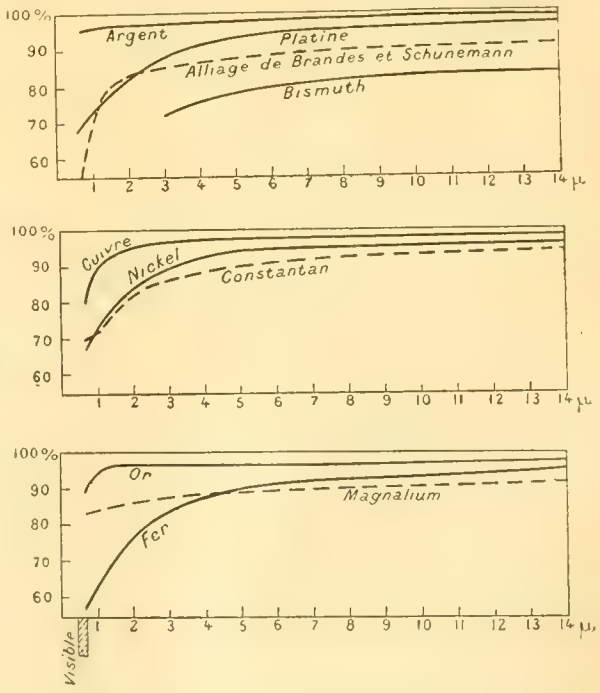


Fig. 2. — *Pouvoirs de réflexion des métaux pour les ondes de grande longueur.* — Les pouvoirs de réflexion sont en ordonnées, et les longueurs d'onde en abscisses.

[1] P. Drude : *Physik des Aethers*, p. 574 (1894).

[2] M. Planck : *Berichte der Berliner Akademie*, p. 278 (1903).

[3] Le nombre 36,5 est égal à $2\sqrt{\frac{10^{13}}{v}}$, où v est la vitesse de la lumière : 3.10^{10} cm. sec.

que l'appareil est disposé de telle façon que les rayons émis par la lampe Nernst ne traversent aucun corps solide, à l'exception du prisme K, jusqu'à leur réunion sur la jonction thermique J. Si l'on compare, pour une longueur d'onde déterminée, les indications que donne la jonction thermique dans les deux positions de la lampe Nernst, on obtient sans aller plus loin le pouvoir de réflexion du miroir D pour cette longueur d'onde. Nous avons exécuté des mesures de ce genre en quatorze points du spectre ultra-rouge, jusqu'à des longueurs d'onde $\lambda = 14\,\mu$, pour plusieurs métaux et pour une série complète d'alliages et de miroirs métalliques, dont on connaissait également la conductibilité. Nos résultats sont représentés par les courbes de la figure 2. Les longueurs d'ondes y sont portées en abscisses, les pouvoirs de réflexion en ordonnées. La forme des courbes est excessivement simple. Elles s'élèvent toutes ensemble pour des longueurs d'onde croissantes jusqu'à des pouvoirs de réflexion de plus en plus grands, de sorte que cette conclusion paraît justifiée : que tous les métaux et alliages, pour des ondes infiniment longues, réfléchissent le rayonnement incident sans l'affaiblir aucunement. Dans les trois parties de la figure 2, la limite supérieure est formée par la ligne horizontale qui correspond à un pouvoir de réflexion de 100 °/₀. Par suite du grand intervalle de longueurs d'ondes qui est représenté dans la figure, le spectre visible n'occupe qu'une étendue très minime, environ 1/30 de la largeur totale. Dans le domaine des ondes de grande longueur, la courbe de l'argent est le plus élevée; les courbes du cuivre, de l'or, du platine, du nickel, du fer suivent, puis viennent celles des alliages, et enfin celle du bismuth.

Si nous considérons le coefficient de pénétration (100 — R), on sait que cette grandeur[1], pour les longues ondes, est inversement proportionnelle à la racine carrée de la conductibilité électrique. Nous avons entrepris cette comparaison pour quelques longueurs d'onde du spectre ultra-rouge; nous avons choisi pour cela $\lambda = 4\,\mu$, $\lambda = 8\,\mu$ et $\lambda = 12\,\mu$. Toutes les données essentielles sont contenues dans le tableau I ci-joint.

Dans la première colonne sont rassemblés les métaux argent, cuivre, or, platine, nickel, acier, bismuth et un certain nombre d'alliages de conductibilités très différentes. La première colonne double contient les conductibilités $\varkappa$ et leurs racines carrées. Dans les trois colonnes doubles suivantes, sont indiqués les coefficients de pénétration (100 — R) et les produits C_λ pour les longueurs d'onde $\lambda = 4\,\mu$, $\lambda = 8\,\mu$ et $\lambda = 12\,\mu$.

Les produits $(100 - R)\sqrt{\varkappa}$ oscillent, pour $\lambda = 4\,\mu$,

TABLEAU I. — *Conductibilité électrique et coefficient d'absorption de divers métaux et alliages pour de grandes longueurs d'onde.*

	CONDUCTIBILITÉ $\varkappa_{18}$	$\sqrt{\varkappa_{18}}$	$\lambda = 4\,\mu$		$\lambda = 8\,\mu$		$\lambda = 12\,\mu$	
			100 — R	$C_4 = (100 - R)\sqrt{\varkappa_{18}}$	(100 — R)	$C_8 = (100 - R)\sqrt{\varkappa_{18}}$	100 — R	$C_{12} = (100 - R)\sqrt{\varkappa_{18}}$
Argent	61.4	7.83	1,9	14,9	1.25	9.8	1.15	9,0
Cuivre	57,2	7.56	2,7	20,6	1.4	10.6	1,6	12.1
Or	41,3	6.43	3,4	21.9	2.7	17.4	2.15	13.8
Platine	9.24	3.04	8,5	25.8	4,6	14.0	3,5	10.6
Nickel	8.5	2.92	8,2	23,9	4,65	13,6	4.1	12,0
Acier	5.02	2.24	12,2	27,3	7.0	15.7	4.9	11,0
Bismuth	0.84	0.916	(24.8)	22,7	18.5	16,9	17,8	16.3
Nickel breveté P	3.81	1.95	7,9	15,4	7.5	14,6	5,7	11.1
— — M.	2.94	1.71	8,6	14,8	6.5	11,1	7,0	12.0
Constantan	2,04	1.43	11.7	16,7	7.3	10.6	6,0	8.5
Alliage de Rose	2.07	1.44	11.5	16,6	9.0	13,0	7,1	10,2
Alliage de Brandes und Schünemann	1.48	1.22	12,9	15,7	10,2	12,3	9,1	11,1
Valeur moyenne de C pour 4, 8, 12 μ	»	»	»	$C_4 = 19,4$	»	$C_8 = 13,0$	»	$C_{12} = 11,0$
Ecart moyen δ de la valeur moyenne C	»	»	»	$\delta_4 = 21,0$ °/₀	»	$\delta_8 = 14,5$ °/₀	»	$\delta_{12} = 9,6$ °/₀
Valeur théorique de C' calculée, $C' = \frac{36,5}{\sqrt{\varkappa}}$	»	»	»	$C_4' = 18,25$	»	$C_8' = 12,90$	»	$C_{12}' = 10,54$

[1] Les coefficients de pénétration (100 — R) sont représentés dans la figure 2 par les distances des courbes au bord supérieur des graphiques.

avec un écart moyen de 21 °/₀, autour de la valeur moyenne $C_4 = 19,4$. Pour $\lambda = 8\,\mu$, l'écart moyen entre les produits séparés et la valeur moyenne $C_8 = 13,0$ est encore de 14,5 °/₀. Pour $\lambda = 12\,\mu$, enfin, l'écart moyen n'est plus que les 9,6 °/₀ de la valeur moyenne $C_{12} = 11,0$. Dans l'établissement de ces chiffres, les valeurs trouvées pour le bismuth n'ont pas été prises en considération. Ce corps ne suit pas la loi trouvée pour les autres métaux; son pouvoir de réflexion dans l'ultra-rouge est encore beaucoup plus faible que ne le ferait prévoir sa mauvaise conductibilité.

Mais le tableau I ne montre pas seulement que, dans le domaine des grandes longueurs d'onde, le produit $(100 - R)\sqrt{\lambda}$ est de plus en plus indépendant de la nature du métal. La valeur absolue de ce produit et sa dépendance de la longueur d'onde se trouvent aussi en complet accord avec la théorie de Maxwell. D'après la théorie électromagnétique de la lumière, on a :

$$C_\lambda = \frac{36,5}{\sqrt{\lambda}},$$

c'est-à-dire pour $4\,\mu$, $C_\lambda = 18,25$
$8\,\mu$, $C_\lambda = 12,90$
$12\,\mu$, $C_\lambda = 10,54$

Ces valeurs calculées sont identiques aux valeurs moyennes observées, dans la limite des erreurs possibles. Il résulte de l'exactitude avec laquelle les propriétés optiques des métaux se conforment aux exigences de la théorie électromagnétique de la lumière que, chez ces substances, les oscillations moléculaires propres, dont la théorie de Maxwell ne tient pas compte dans sa forme originale, ici employée, ne jouent plus un rôle essentiel déjà pour $\lambda = 4\,\mu$.

III

Il était à prévoir qu'en passant à des longueurs d'onde plus élevées, l'accord observé apparaîtrait encore plus nettement. Nous avons donc continué nos recherches en utilisant les rayons restants du spath fluor. Mais, pour d'aussi grandes longueurs d'onde, le pouvoir réfléchissant de tous les métaux et alliages diffère si peu de 100 °/₀ qu'il n'est pas avantageux de déduire du pouvoir de réflexion le coefficient de pénétration $(100 - R)$ auquel tout se rapporte ici. L'étude de l'émission nous fournit un moyen beaucoup plus approprié à ce but. Par comparaison de l'émission d'une surface métallique polie avec celle d'un « corps absolument noir[1] » de même température et pour la même longueur d'onde, on obtient immédiatement la valeur $(100 - R)$ pour cette longueur d'onde. Cette méthode présente, d'ailleurs, un avantage particulier : il n'est pas nécessaire que les surfaces métalliques employées aux expériences soient planes; il suffit qu'elles soient polies et pures.

Pour les essais, nous avons employé une caisse en cuivre tournante A (fig. 3), pourvue, sur ses quatre faces latérales, d'ouvertures rondes et de pas de vis dans lesquels on peut fixer soit les plaques métalliques à comparer (surfaces rayonnantes de 50 millimètres de diamètre), soit le « corps noir ». Ce dernier consistait en un cylindre de cuivre B, de 47 millimètres de diamètre intérieur, pourvu de deux extrémités coniques et noirci avec

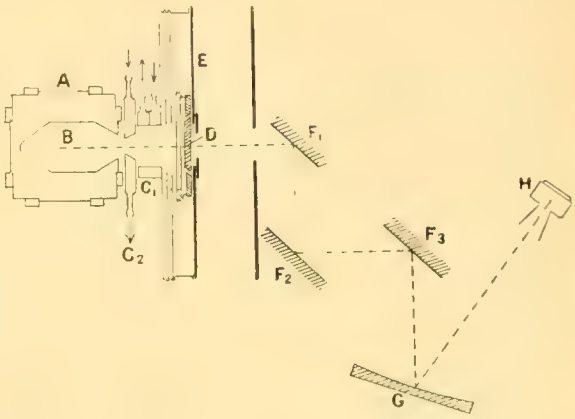


Fig. 3. — *Appareil pour la mesure de l'émission des surfaces métalliques.* — A, caisse en cuivre tournante; B, corps noir; C_1, C_2, diaphragmes à circulation d'eau; D, écran mobile; F_1, F_2, F_3, surface de spath fluor; G, miroir concave; H, colonne thermique.

de la laque mate; l'ouverture, située à l'une des extrémités, est large de 22 millimètres. Comme liquide calorifique (lequel, d'après ce qui précède, baigne directement les surfaces à chauffer), on s'est servi de l'aniline. Le chauffage se fait électriquement, au moyen d'une spirale en ruban de constantan disposée dans la boîte de cuivre. La température a été généralement maintenue aux environs de 170°. La caisse est montée devant un diaphragme C_1 ou C_2 à circulation d'eau, derrière lequel se trouve un écran mobile D, maintenu à la température de la chambre. Quand on soulève ce dernier, le rayonnement à mesurer tombe sur trois (ou quatre) surfaces de spath fluor F_1, F_2, F_3 placées en position convenable, se réfléchit sur elles, puis

[1] Un corps absolument noir est un corps qui absorbe tout le rayonnement incident et qui, par conséquent, possède, parmi tous les corps, le pouvoir émissif le plus élevé possible. Nos corps noirs, comme la suie de charbon et la mousse de platine, ne correspondent qu'imparfaitement au corps noir absolu. Par contre, on peut, d'après les indications de Lummer et Wien, réaliser un corps noir absolu en faisant rayonner de l'intérieur vers l'extérieur, à travers un petit trou de la paroi, un corps creux noirci avec une substance quelconque. Nous sommes alors dans le même cas que si l'ouverture du corps creux était garnie d'une masse noire absolue à la température de la paroi.

parvient sur un grand miroir concave G, argenté sur le devant, qui le concentre sur une colonne thermique[1] très sensible H. Par ce moyen, les rayons restants du spath fluor, correspondant à peu près à la longueur d'onde 25,5 μ, sont isolés de l'émission totale[2].

Une comparaison directe des rayonnements des surfaces métalliques avec celui du corps noir est impossible à cause des grandeurs différentes des surfaces d'émission. Le procédé suivant a donc été employé : on place dans l'une des ouvertures de la caisse chauffée un mince disque de cuivre noirci et, serré contre ce dernier, un gros disque de 5 centimètres en verre de couvre-objet de microscope. Ensuite, on détermine le rapport de l'intensité du rayonnement du corps noir à celle de la plaque de verre, en utilisant le petit diaphragme C_2 à circulation d'eau (de 14 millimètres de diamètre). La valeur trouvée fut de 1,29. Dans les essais suivants, l'on compare l'intensité de rayonnement des différentes surfaces métalliques avec celle de la plaque de verre, en employant le grand diaphragme circulaire C_1 (de 32 millimètres de diamètre). Il suffit ensuite de diviser par 1,29 les rapports ainsi obtenus pour obtenir directement la comparaison avec le corps noir absolu. C'est de cette façon qu'ont été obtenus les nombres qui figurent dans le Tableau II.

Le contenu du Tableau II fait apparaître très

TABLEAU II. — *Conductibilité électrique et coefficient d'absorption (déduits des pouvoirs émissifs) de divers métaux et alliages.*

MÉTAUX ET ALLIAGES	COMPOSITION	$\varkappa_{18}$	t	$\varkappa_t$	$(100 - R) = J_t$	$C_{25,5} = (100 - R)\sqrt{\varkappa_t}$
Argent	Métaux purs.	61,4		59,2	1,13	7,07
Cuivre		51,8		52,5	1,17	6,67
Or		41,3		27,2	1,56	8,10
Aluminium		31,6		20,4	1,97	8,91
Zinc		15,83		10,2	2,27	7,24
Cadmium		13,13		8,40	2,55	7,29
Platine		9,24	170°	5,98	2,82	6,88
Nickel		8,50		5,26	3,20	7,33
Etain		8,28		5,01	3,27	7,32
Palladium		5,82		4,48	3,58	7,53
Acier		5,52		3,53	3,66	6,92
Mercure		1,044		0,916	7,66	7,33
Bismuth		0,84		0,513	25,6	18,3
Argent au 800/1000e	80 Ag + 20 Cu	42,3	176	29,6	1,34	7,30
Laiton	35 Zn + 65 Cu	15,0	173	12,2	2,06	7,19
Or à 8 carats	33,3 Au + 9 Ag + 57,7 Cu	9,78	176	8,76	2,40	7,10
Cuivre rouge	85,6 Cu + 7,4 Zn + 6,3 Sn	7,89	170	7,05	2,70	7,16
Magnalium	68 Al + 32 Mg	4,46	174	4,05	4,29	8,63
Nickel breveté P	80 Cu + 20 Ni	3,81	170	3,69	4,05	7,77
Argent platiné	33 1/3 Pt + 66 2/3 Ag	3,24	174	3,12	4,17	7,37
Nickel breveté M	75 Cu + 25 Ni	2,94	170	2,86	4,45	7,53
Manganine	84 Cu + 4 Ni + 12 Mn	2,38	170	2,37	4,63	7,16
Constantan	60 Cu + 40 Ni	2,04	170	2,04	5,20	7,43
Alliage 01 de Brandes et Sch.	66 Cu + 32 Sn + 2 Ag	2,20	158	2,00	4,93	6,98
Etain-Nickel	48 Ni + 52 Sn	1,72	158	1,59	5,80	7,32
Alliage 98 de Brandes et Sch.	32 Cu + 34 Sn + 29 Ni + 5 Fe	1,62	165	1,55	5,78	7,20
Alliage de Rose fondu	2 Bi + 1 Sn + 1 Pb	»	123°	1,083	7,25	7,53
Alliage de Wood fondu	4 Bi + 1 Sn + 2 Pb + 1 Cd	»	135	0,995	7,43	7,42
Bismuth fondu	»	»	285	0,775	9,50	8,35
Acier au nickel	24,1 % Ni	1,300	166°	1,142	6,55	7,01
	28,7 —	1,180	166	1,066	6,77	7,00
	36,1 —	1,242	170	1,069	7,32	7,57
	46,4 —	2,097	173	1,340	6,45	7,46
	56,2 —	2,873	173	1,73	5,65	7,43
	70,3 —	3,48	173	2,21	5,05	7,51
Acier au nickel après refroidissement dans l'air liquide	24,1 % Ni	2,05	177°	1,618	5,50	7,00
	28,7 —	2,01	177	1,568	5,80	7,27

[1] H. RUBENS : *Zeitschrift für Instrumentenkunde*, t. XVIII, p. 65 (1898).

[2] La longueur d'onde 25,5 μ correspond à la position du « centre de gravité » du complexe des rayons restants, après une triple réflexion sur des surfaces de fluorine. La position du maximum ($\lambda = 24$ μ) est un peu différente, parce que la courbe d'énergie s'abaisse plus rapidement vers les ondes les plus courtes que vers les ondes les plus longues.

nettement la concordance de nos observations avec les exigences de la théorie de Maxwell. Sur les 37 métaux purs et alliages examinés, 36 présentent avec une bonne approximation le pouvoir émissif calculé d'après leur conductibilité suivant la théorie de Maxwell (voir la 7e colonne). Le bismuth solide seul fait une exception caractéristique à la règle; en outre, l'aluminium, le magnalium et le bismuth fondu présentent des écarts remarquables. Cependant, ces différences entre les valeurs observées et calculées s'expliquent très clairement pour l'aluminium par le polissage défectueux, pour le magnalium par la conductibilité déterminée seulement d'une façon approximative[1], et pour le bismuth fondu par la pellicule d'oxyde inévitable et très visible qui le recouvre. Le bismuth solide doit sans doute la place exceptionnelle qu'il occupe par rapport aux autres métaux à sa structure cristalline, à laquelle sont aussi liées ses autres propriétés singulières, comme la grandeur de l'effet Hall et les fortes variations de résistance qu'il présente dans le champ magnétique.

Parmi les métaux examinés, se trouvent un grand nombre d'aciers au nickel. C'est le résultat d'une aimable sollicitation de M. Ch.-Ed. Guillaume, directeur-adjoint du Bureau international des Poids et Mesures, à Sèvres. D'après ses mesures, les aciers au nickel de différentes teneurs en nickel présentent des conductibilités très différentes. Si l'on trace, à l'aide des résultats qui ont été mis à notre disposition par M. Guillaume, une courbe qui représente la conductibilité spécifique $\varkappa$ des alliages en fonction de la teneur en nickel, on obtient, pour environ 30 °/₀ de Ni, un minimum très accusé ($\varkappa_{min.}$ = environ 1,17), tandis que, de chaque côté, la courbe se relève rapidement jusqu'aux conductibilités de l'acier pur et du nickel pur. Par l'entremise bienveillante de M. Guillaume, la Société de Commentry-Fourchambault et Decazeville, à Imphy, a mis très libéralement à notre disposition un grand nombre d'alliages acier-nickel, chacun d'eux sous forme de feuilles et de fils, et avec une analyse exacte. Nous profitons de cette occasion pour exprimer nos meilleurs remerciements, tant à M. Guillaume pour son invitation, qu'à la Société de Commentry-Fourchambault pour l'envoi gracieux du matériel qui a servi à nos expériences.

Les aciers au nickel se prêtent très bien à la vérification de la loi de l'émission, à cause du beau poli qu'ils peuvent prendre, d'une part, et de leur faible conductibilité, très variable avec la composition, d'autre part. Quelques-uns de ces alliages possèdent, en outre, une propriété particulièrement appropriée au but que nous poursuivons : c'est celle d'exister sous deux modifications entièrement distinctes et parfaitement stables entre des limites de température étendues, l'une magnétique et l'autre non magnétique, dont la conductibilité est extraordinairement différente et dont le pouvoir émissif pour les ondes calorifiques de grande longueur doit subir aussi, au point de transformation, une variation correspondante. La transformation a lieu très simplement par refroidissement dans l'air liquide ou par échauffement à environ 550° C. La loi d'émission trouvée par nous se vérifie toujours pour ces alliages, comme il ressort de l'examen du tableau II.

Si l'on néglige les valeurs trouvées pour l'aluminium, le magnalium et le bismuth, la moyenne de tous les produits $(100 - R)\sqrt{\varkappa}$ est égale à 7,27; l'écart moyen entre les divers produits et cette valeur est ici moindre de 4 °/₀. La théorie de Maxwell donne pour la constante C_λ la valeur :

$$C_{25,5} = \frac{36,5}{\sqrt{25,5}} = 7,23 :$$

Les valeurs observées sont donc aussi en complet accord avec la valeur absolue.

Des chiffres du tableau II, il résulte avec une certitude suffisante que la grandeur $(100 - R)$ possède la dépendance de la température exigée par le coefficient électrique de température des métaux. S'il n'en était pas ainsi, la valeur moyenne du produit $(100 - R)\sqrt{\varkappa}$ devrait se trouver, pour les métaux purs, plus petite d'environ 25 °/₀ que pour les alliages à coefficients de température évanescents et que la valeur théorique calculée : 7,23. Par des essais ultérieurs avec une bande de platine incandescent, nous avons pu établir que, dans le domaine des hautes températures, le pouvoir émissif croît aussi à très peu près comme la racine carrée de la résistance électrique. Si l'on pose que la résistance ω_t de la feuille de platine utilisée par nous à la température t est égale à $\omega_0\,(1 + \alpha t + \beta t^2)$, nos observations d'émission sont exactement représentées par les constantes $\omega_0 = 0,154$; $\alpha = 0,0024$; $\beta = 0.000.003.3$. Les valeurs pour ω_0 et α sont directement empruntées à nos mesures électriques sur la bande de platine; β seul est choisi arbitrairement.

Il résulte de ces essais que l'émission totale du platine incandescent dépend aussi essentiellement des conditions de la résistance, c'est-à-dire en première ligne de la pureté de la substance employée. Certaines différences qui se sont montrées dans ce domaine entre divers observateurs trouvent probablement là leur explication.

[1] La plaque de magnalium à l'aide de laquelle le pouvoir émissif a été déterminé a fourni à l'analyse une autre composition (68 Al + 32 Mg) que le cylindre de magnalium qui avait servi à la mesure de la conductibilité (74 Al + 26 Mg).

Il est assez difficile de montrer dans une expérience de cours les propriétés de l'émission des divers métaux pour les rayons restants du spath fluor, et cela à cause des conditions extraordinaires de sensibilité que doivent remplir les instruments de mesure employés dans ce cas. Cependant, l'émission totale des métaux, pour une température de rayonnement suffisamment basse, obéit, au moins qualitativement, à la loi que nous avons observée. L'émission d'un cube de Leslie porté à 80°, et dont les quatre faces consistent en argent, constantan, bismuth poli et verre, présente nettement les différences prévues.

En résumé, le résultat essentiel des expériences qui précèdent est bien de montrer que la théorie de Maxwell explique entièrement l'optique des métaux dans le domaine des ondes de grande longueur.

IV

De la valeur observée du produit (100 — R), on déduit, avec une grande approximation, les autres constantes optiques des métaux. Pour l'indice de réfraction v et le coefficient d'extinction g, on a l'équation :

$$g = v - 0{,}48\sqrt{\varkappa}, \quad \text{ou} \quad g = v - \frac{200}{100 - R}.$$

On en déduit qu'en aucun endroit du spectre ultra-rouge, du domaine visible jusqu'aux ondes hertziennes d'un mètre de longueur, le rayonnement ne peut pénétrer d'une façon appréciable dans une couche métallique d'un centième de millimètre d'épaisseur.

De la règle observée par nous résulte encore le fait intéressant qu'on est actuellement en état, au moyen de mesures optiques pures, — et les observations de rayonnement rentrent dans cette catégorie, — de déterminer les résistances électriques absolues. La conductibilité $\varkappa$ est égale à

$$\frac{C\lambda^2}{(100 - R)^2}.$$

La grandeur C_λ ne renferme, à part les facteurs numériques, que la vitesse de la lumière v et la longueur d'onde λ, qui, toutes deux, ainsi que le pouvoir d'émission (100 — R), peuvent être déterminées par des mesures de rayonnement. Ainsi nous est fournie la possibilité d'une détermination optique de l'ohm.

En excluant les valeurs trouvées pour l'aluminium, le magnalium et le bismuth, on déduit des chiffres du tableau II la valeur moyenne $C_\lambda = 7{,}27$ pour $\lambda = 25{,}5\ \mu$. Il en résulte la définition suivante de l'ohm *optique* : c'est la résistance d'une colonne de mercure de 1 millimètre carré de section et de $1^m{,}051$ de longueur ; celle-ci concorde bien avec les déterminations électriques connues (1 millimètre carré $\times$ $1^m{,}063$ de mercure).

La vérification de la théorie électro-magnétique de la lumière de Maxwell doit aujourd'hui être considérée comme close pour les corps bons conducteurs.

H. Rubens,
Professeur de Physique à l'Ecole Technique supérieure de Berlin.

LES MALADIES CUTANÉES ET VÉNÉRIENNES CHEZ LES INDIGÈNES MUSULMANS D'ALGÉRIE [1]

DEUXIÈME PARTIE : LES MALADIES VÉNÉRIENNES

Les affections vénériennes sont assez répandues en Algérie, soit chez les Européens [2], soit surtout chez les indigènes.

Si l'on consulte les statistiques de l'armée, voici ce que l'on y constate :

De 1876 à 1901, la blennorrhagie oscille entre 73,9 et 37,7 °/₀₀, le chancre mou varie de 25,7 à environ 12 °/₀₀, et enfin la syphilis atteint les chiffres de 7,4 à 15,3 pour 1.000 hommes d'effectif.

Pendant le même temps, dans l'armée de l'intérieur (France), on relevait les chiffres suivants :

Blennorrhagie	39,6 à 17,5 °/₀₀
Chancre mou	11,5 à 2,8
Syphilis	10,8 à 5,5

Les chiffres que nous venons de donner sont les maxima et les minima pour chaque affection. Si l'on venait à comparer les courbes avec plus de détails, la différence serait encore plus saisissante.

En outre, quand on examine la courbe de l'armée de France, on observe immédiatement que les trois maladies vont en diminuant, abstraction faite de quelques soubresauts ; la chose est surtout mar-

[1] Voir la première partie : Affections de la peau, dans la *Revue* du 15 octobre 1904.

[2] Il ne faut, cependant, pas trop exagérer, comme certains ont de la tendance à le faire.

quée pour la blennorrhagie, puis le chancre mou. Pour l'armée algérienne, la blennorrhagie faiblit nettement depuis plusieurs années, mais le chancre mou et la syphilis restent à peu près stationnaires[1].

Mais laissons ces chiffres généraux et revenons aux indigènes ; toujours dans la statistique de l'armée, pour la dernière année publiée (1901), nous trouvons les chiffres suivants :

	TIRAILLEURS INDIGÈNES	SPAHIS
	—	—
Blennorrhagie.	60,6 °/₀₀	49,5 °/₀₀
Chancre mou	22,8	17,5
Syphilis	19,6	13,5

Cela donne 103 vénériens pour 1.000 hommes chez les tirailleurs et 80,5 °/₀₀ chez les spahis, alors que la statistique entière de l'Algérie donne 71,3 vénériens °/₀₀ et que la statistique de l'intérieur n'indique plus que 27,1 vénériens °/₀₀.

J'ai cité volontiers la statistique de l'armée parce qu'il est difficile d'établir un pourcentage aussi rigoureux pour la population civile. Mais il faut reconnaître que les chiffres recueillis dans ce milieu sélectionné, et jusqu'à un certain point surveillé, ne peuvent pas donner l'image exacte de ce qui se passe dans la grande masse du public et surtout dans la tourbe indigène.

En raison de la circoncision, la statistique pour les affections non vénériennes des organes génitaux est beaucoup moins chargée chez les indigènes. En effet, dans cette statistique, on doit faire une large place aux hospitalisations pour phimosis, ou paraphimosis, qui n'existent plus qu'à l'état tout à fait exceptionnel chez l'Arabe, circoncis, en général, à la fin de la deuxième enfance[2].

Je dois dire toutefois que quelques sujets échappent à cette opération rituelle ; c'est ainsi que nous avions, il y a quelque temps, dans notre Service, un jeune homme indigène qui n'avait pas subi cette intervention.

On sait que les Musulmans ne sont astreints à la circoncision qu'à l'âge de la puberté ; la péritomie faite entre deux disques, ou entre deux ligatures, par leurs barbiers, est très défectueuse. Une circoncision bien menée *comporte l'excision d'une collerette de peau juste suffisante et l'ablation de la plus grande partie de la muqueuse*[3]. Les opérateurs indigènes vont à l'encontre de ce principe ; aussi obtiennent-ils des résultats très médiocres. Le gland est, en général, complètement découvert. De temps à autre, je montre aussi à mes élèves des glands qui ont été fortement ébarbés au cours de l'opération.

Le Musulman ne considère pas la péritomie comme une mesure d'hygiène, mais bien comme un acte de purification. Sans doute, à la suite de l'opération, le gland et la rainure balano-préputiale sont peut-être un peu plus réfractaires aux inoculations ; mais c'est là une préservation assez restreinte, car les chancres et les chancrelles de ces régions se voient très souvent chez les indigènes qui entrent dans notre Service.

I. — Blennorrhagie.

Dans la trilogie vénérienne, nous laisserons un peu de côté la blennorrhagie, qui ne prête pas à des considérations bien particulières.

Chez les ruraux, elle est moins fréquente que chez les citadins ; mais, dans ces dernières, elle est aussi répandue dans l'élément indigène que dans la population européenne. Dans notre Clinique, nous la rencontrons chez les indigènes avec toutes ses complications habituelles : folliculite, cavernite, cowpérite, prostatite, orchi-épidydimite, cystite ; les arthrites blennorrhagiques elles-mêmes ne sont pas rares.

L'ophtalmie purulente vient aussi donner la main aux granulations et à la variole pour déterminer la cécité chez ceux qui négligent les soins de propreté ; mais l'affection est, bien entendu, surtout répandue chez l'enfant ; dans le Sud, les mouches peuvent servir à la propagation ; en effet, pendant la saison chaude, les jeunes indigènes, dans le plus grand état de malpropreté, en ont les yeux littéralement couverts.

Les chiffres que nous avons cités au début de cet article montrent bien la fréquence de la blennorrhagie dans les troupes indigènes ; les médecins militaires qui ont vécu dans le milieu indigène considèrent tous aussi que la blennorrhagie est fréquente chez les Arabes des douars[1].

D'autre part, pour Rey, l'uréthrite blennorrhagique est observée à peu près dans la même proportion chez les prostituées européennes et chez les indigènes, 126 contre 115.

La vaginite serait plus rare, 88 contre 54 ; il en serait de même de la métrite et de la bartholinite[2].

Chez les indigènes, la blennorrhagie est souvent abandonnée à elle-même, ou alors attaquée par des médications anodines : tisanes, purgatifs, etc.

En raison de cette insouciance et de ce manque

[1] D'une façon toute générale, les provinces d'Alger et de Constantine sont un peu plus touchées, par les maladies vénériennes, que la province d'Oran.

[2] Au Figuig, la circoncision se fait plus tôt, à deux ou trois mois ; on attend parfois jusqu'à quatre ou cinq ans.

[3] J. Brault : *Bulletin médical de l'Algérie*, 1897, et Les religions devant l'hygiène : *Annales d'Hygiène*, 1903.

[1] En Kabylie, elle serait moins répandue.

[2] Chez les indigènes des deux sexes, on observe de temps à autre la blennorrhagie anale ; la sodomie et la pédérastie sont plus rares chez les Kabyles que chez les Arabes et surtout les Mozabites. La bestialité existe également.

de soins, nous observons encore assez souvent des rétrécissements très serrés dans l'âge mûr.

Enfin, dans certains cas très anciens (car les malades ne viennent le plus souvent qu'à la dernière extrémité), nous avons trouvé des abcès urineux multiples, des fistules nombreuses et une infiltration cicatricielle étendue du périnée et des parties avoisinantes. Dans ces conditions, il nous a fallu plusieurs fois combiner les deux uréthrotomies interne et externe et pratiquer la libération du canal, en enlevant fistules et masses indurées.

TABLEAU I. — *Statistique des blennorrhagies et orchites chez les Européens et les indigènes musulmans, observées pendant l'année 1903.*

MOIS	BLENNORRHAGIES		BLENNORRHAGIES et ORCHITES		OBSERVATIONS
	Européens	Indigènes	Européens	Indigènes	
Janvier . .	4	4	4	0	On ne peut pas arguer grand chose de ce tableau parce que les blennorrhagies ne viennent qu'en petit nombre dans notre Service.
Février . .	4	2	4	1	
Mars . . .	7	0	6	1	
Avril . . .	6	0	4	1	
Mai	0	2	1	4	
Juin. . . .	5	2	3	2	
Juillet. . .	4	4	5	1	
Août . . .	7	3	4	0	
Septembre.	6	1	2	3	
Octobre . .	7	0	3	2	
Novembre.	6	0	2	1	
Décembre .	8	2	5	2	
TOTAUX . .	64	20	43	18	

II. — CHANCRELLE.

Le chancre mou ou chancrelle est tout à fait répandu chez les indigènes, comme chez les Européens, d'ailleurs, en Algérie. A maintes reprises, soit au Dey, soit dans ma clinique de Mustapha, j'ai constaté cette fréquence; il y a de temps à autre des demi-éclipses, mais à certains moments j'ai compté dans le Service autant de chancres mous que d'accidents primitifs et secondaires de la vérole réunis.

Les statistiques de l'armée montrent que c'est l'Algérie qui paie le plus fort tribu au chancre mou, et tout particulièrement la province d'Alger.

Le tableau II montre bien la fréquence de la chancrelle chez les indigènes.

Au point de vue du siège, nous noterons simplement la fréquence du chancre du fourreau de la verge[1].

Pour ce qui est du nombre, signalons que, pour des raisons faciles à comprendre, les auto-inoculations sont multiples; nous avons compté jusqu'à près de 80 chancrelles sur le même individu.

A diverses reprises, pas très fréquemment cependant, j'ai vu chez les indigènes de la lymphite et de la lymphangite chancrelleuses, avec abcès lymphangitiques rapides et pus immédiatement inoculable.

En raison de la circoncision presque toujours trop largement comprise[1], il est rare de voir le phimosis acquis et aussi les accidents de gangrène rapide sous phimosis, accidents que nous observons, au contraire, de temps à autre chez les Européens.

Par contre, les malades se présentent souvent à la clinique avec des bubons, parfois même doubles. Quand il viennent assez tôt, ils guérissent rapidement (une dizaine de jours), et sans cicatrices apparentes, grâce à la ponction suivie d'expression et d'injection au nitrate d'argent.

Souvent, ils nous arrivent un peu tard, soit avec des bubons chancrelleux, soit même phagédéniques et plus ou moins recouverts, d'ailleurs comme les chancres eux-mêmes, de pansements invraisemblables.

Il est une complication bien connue de la chancrelle, c'est le phagédénisme; il est effrayant parfois sur les indigènes, qui semblent prêter très facilement le flanc à cette terrible complication. Ici, à plusieurs reprises, soit dans mon Service au Dey, soit dans le Service de la clinique à Mustapha, j'ai

TABLEAU II. — *État numérique des chancres simples et de la syphilis aux diverses périodes, y compris la syphilis héréditaire, chez les indigènes musulmans hospitalisés à la Clinique de Mustapha.*

ANNÉES	SYPHILIS				TOTAUX	CHANCRES mous	TOTAUX
	primaire	secondaire	tertiaire	héréditaire			
1894. .	13	16	41	8	*78*	32	*110*
1895. .	29	25	31	6	*91*	29	*120*
1896. .	25	15	34	7	*81*	28	*109*
1897. .	24	18	33	5	*80*	26	*106*
1898. .	29	27	32	2	*90*	25	*115*
1899. .	39	26	27	8	*100*	31	*131*
1900. .	18	13	24	3	*58*	23	*81*
1901. .	22	25	39	5	*91*	56	*147*
1902. .	21	19	31	3	*74*	30	*104*
1903. .	13	11	31	9	*64*	32	*96*
TOTAUX.	233	195	323	56	*807*	312	*1119*

[1] Certains prétendent que cela tient à ce que les Maures se rasent les poils des organes génitaux. Nous rencontrons aussi de temps à autre, dans les deux sexes, les chancrelles de l'anus et aussi des membres.

[1] Nous avons eu toutefois dans notre Service un indigène qui portait une circoncision rituelle qui aurait pu subir la comparaison avec les meilleures circoncisions chirurgicales, mais c'est le seul cas.

eu à traiter des individus qui en étaient atteints; j'en ai aussi constaté quelques cas sur des Maures-ques[1]. Il y a quelques années, j'ai dû faire une autoplastie du pénis à un cavalier indigène (spahi), qui n'avait plus qu'un moignon de 2 centimètres 1/2, complètement ulcéré à la suite de phagédénisme. Tous mes camarades de l'armée qui ont observé dans les diverses provinces m'ont rapporté des faits qui corroborent cette façon de voir. Ce ne sont, d'ailleurs, pas simplement les chancrelles qui se creusent ou s'étendent, ou bien encore leurs bubons; les plaies ordinaires, les solutions de continuité quelconques, dans certaines conditions, sont sujettes à la même complication; bien moins fréquent que sous les tropiques, le phagédénisme est déjà moins rare que dans la zone tempérée[2]. Je l'ai déjà dit hautement : le *phagédénisme est un et l'on ne doit pas faire de différence entre un ulcère phagédénique des pays chauds et une plaie vénérienne également phagédénique*[3].

Et, en disant cela, je ne tombe pas du tout dans l'exagération et je ne confonds certes avec le phagédénisme : ni les plaies atones, ni les divers ulcères trophiques qu'on observe au cours d'une foule de maladies (lèpre, névrites périphériques, etc.), ni surtout les ulcères variqueux, où *les lésions artério-veineuses et nerveuses sont primordiales.*

Du fait du phagédénisme chancrelleux, nous voyons souvent des glands fortement endommagés, des hypospadias acquis et de vastes cicatrices péniennes et inguino-scrotales avec des dyschromies variées.

Avant de clore ce qui a trait aux chancrelles, deux mots du diagnostic spécial.

On sait qu'en Afrique le bouton des pays chauds ne s'attaque pas toujours aux parties découvertes : ce bouton peut même siéger exceptionnellement sur la verge; il ne faudrait pas, dans des cas semblables, confondre le chancre du Sahara avec la chancrelle. En dehors de l'évolution si particulière du clou des pays chauds, nous avons par devers nous une foule de signes : les bords du bouton sont bien taillés à pic et le fond est jaune, mais l'ulcère siège au milieu d'un massif, d'un placard rouge, épais et dur; au pourtour existent des satellites lui formant une auréole irrégulière, grenue, tomenteuse, tout à fait spéciale; *on est en plein pays montagneux.*

[1] Nos indigènes sont des phagédéniques au premier chef, en raison de leur incurie, de leur famélisme surtout. — J. Brault : *Janus*, 1898, p. 268.

[2] Dans la zone tempérée, en temps normal, le phagédénisme ne prospère que dans les régions chaudes et humides de notre individu; il faut la misère des guerres pour le faire s'étendre à toutes les plaies.

[3] Traité des maladies des pays chauds, p. 233, etc... Je me suis expliqué sur les raisons qui me font parler ainsi; je n'y reviens pas au cours de cet exposé.

La fréquence du phagédénisme, compliquant non seulement la chancrelle, mais encore les autres plaies vénériennes, n'est pas sans embarrasser quelquefois le clinicien; une ulcération devenue phagédénique, au bout de quelque temps, a perdu tous ses caractères primordiaux, et l'on peut parfois se demander si l'on est en présence d'un chancre mou phagédénique, ou au contraire devant un accident primitif ou tertiaire de la vérole ayant subi la même modification; ce n'est que par les renseignements et les autres signes recueillis en dehors de la plaie que l'on peut le plus souvent porter un diagnostic ferme; ce diagnostic est d'une extrême importance au point de vue de la conduite à tenir comme thérapeutique.

III. — Chancre mixte.

Entre la chancrelle et la syphilis, je dois placer quelques mots à propos du *chancre mixte*, qui a ici

Tableau III. — *Statistique du chancre mou chez les indigènes musulmans traités à la Clinique (année 1903).*

Mois	Chancres simples	Bubons consécutifs aux chancres simples	Chancres mixtes
Janvier	3	2	0
Février	1	1	0
Mars	4	1	0
Avril	0	0	0
Mai	3	2	0
Juin	6	1	0
Juillet	4	3	0
Août	5	1	0
Septembre	2	0	0
Octobre	3	2	0
Novembre	3	2	0
Décembre	1	1	1
Totaux	35	16	1

une fréquence insolite, mais qui est cependant plus souvent observé chez les Européens que chez les indigènes.

IV. — Syphilis.

Je ne veux pas descendre dans tous les détails de la syphilis à propos des indigènes; je veux encore ici, simplement, marquer les caractéristiques de cette maladie chez eux.

Tous les observateurs, en Algérie, sont d'accord pour dire que la syphilis est très répandue dans notre milieu indigène, surtout chez les Kabyles; certains auteurs vont jusqu'à donner une proportion de 90 % pour ces derniers[1]; c'est la grande

[1] Chez les Arabes, cette proportion est déjà très forte; dernièrement M. Coste parle d'un sixième de la population

maladie (*Meurdh-el-Kebir*) ; il est donc inutile d'insister à nouveau là-dessus. Certainement, avec la variole, les affections oculaires et le paludisme, la vérole constitue le fond de la pathologie indigène.

On sait que cette fréquence est surtout commandée par les raisons suivantes, principalement en Kabylie : absence d'hygiène (usage des mêmes ustensiles de ménage, promiscuité très grande), relâchement des mœurs, polygamie, insouciance, incurie, pudibonderie des hommes, pratiques diverses (circoncision, variolisation, tatouage)[1], etc.

D'une façon générale, voici les principaux caractères de la syphilis des indigènes, caractères qui la rapprochent, avec une note un peu affaiblie, de la syphilis des contrées plus chaudes :

1° Du côté de l'accident primitif : la multiplicité, le gigantisme, le phagédénisme et aussi l'extra-génitalité ;

2° Courte durée, bénignité relative de la période secondaire ;

3° *Rapidité du développement des accidents tertiaires; leur systématisation très marquée sur la peau et sur les os. Phagédénisme tertiaire;* apparition, de temps à autre, de syphilides frambœsiformes. Rareté des accidents nerveux et viscéraux. Absence à peu près totale d'accidents parasyphilitiques. Guérison relativement rapide à la suite d'un traitement approprié ;

4° *Fréquence de la syphilis héréditaire*[2].

§ 1. — Syphilis primaire[3].

Souvent, chez les indigènes, l'accident primitif de la syphilis acquise nous échappe. Il y a pour cela de multiples raisons ; je me bornerai à citer les principales : la pudeur tout à fait spéciale des indigènes mâles, la claustration des femmes, soumises à leur seigneur et maître, le peu de douleur et de suppuration qu'occasionne en général le chancre dur, toutes conditions qui ne poussent pas l'indigène fataliste à venir consulter.

Il faut également citer la fréquence des chancres extra-génitaux, qui sont pris par les porteurs pour des plaies ordinaires.

La fréquence relative de la multiplicité des chancres durs nous a frappé à diverses reprises ; toutefois, nous avons plus souvent observé l'accident primitif unique ; mais ce dernier, plus fréquemment que chez l'Européen, s'est montré avec des dimensions exagérées, soit sur le gland, soit encore sur le fourreau ; presque toujours, il s'agit de cachectiques, ou encore de faméliques, dans ces observations d'accident primitif à dimensions démesurées.

En dehors du gigantisme, nous avons observé également le phagédénisme ; mais cette complication est beaucoup plus fréquente, soit dans la chancrelle, soit dans le tertiarisme syphilitique[1].

§ 2. — Syphilis secondaire.

La période secondaire, comme nous l'avons dit, nous échappe un peu chez l'indigène, tout d'abord en raison de son insouciance vis-à-vis de lésions qui sont souvent discrètes et ne démangent pas, en raison aussi du peu de durée de cette période, dans beaucoup de cas. Au point de vue de la chronologie de l'évolution des accidents primitifs et secondaires, nous n'avons, jusqu'à présent, rien remarqué d'important à signaler.

On observe rarement les syphilides bénignes, pour les raisons que nous avons données ci-dessus ; toutefois, nous avons pu observer chez l'indigène comme chez l'Européen des roséoles de retour, au cours de la période secondaire.

Toutes les formes de syphilides peuvent être notées : maculeuse, vésiculeuse, pustuleuse, tuberculeuse, tuberculo-ulcéreuse, rupioïde[2], etc.

Nous avons également noté, comme chez les Européens, l'épididymite secondaire de Dron.

Les accidents du côté des muqueuses, en raison peut-être de la gêne qu'ils occasionnent, incitent davantage l'Arabe à venir se montrer. Les plaques muqueuses de la bouche, les plaques hypertrophiques de l'anus, de la vulve, des bourses, etc., s'observent surtout dans les cliniques des villes. Les papules de la conjonctive, du conduit auditif, des fosses nasales, se voient aussi de temps à autre[3].

Les syphilides pigmentaires vraies, c'est-à-dire primitives, sont très rares ; alors que nous avons constaté plusieurs fois des syphilides pigmentaires du cou, même sur des Européens mâles, nous n'avons encore observé qu'une fois la chose chez les indigènes.

§ 3. — Période secondo-tertiaire.

L'iritis syphilitique, le chancre de retour sont rares, nous avons cependant pu en montrer des exemples à nos élèves ; le sarcocèle syphilitique se voit plus communément.

---

dans une monographie sur le cercle de Géryville. Il faut faire une différence bien nette pour les indigènes depuis longtemps dans les villes, dont la syphilis se rapproche un peu de celle des Européens.

[1] Vincent, Leclerc (1862-1863).

[2] D'après certains auteurs, les avortements dus à l'affection seraient moins nombreux chez les femmes indigènes?

[3] Toutes les photographies de cet article ont été prises sur des malades en traitement dans notre Service.

[1] Il peut se voir également sur les lésions secondaires.

[2] Nous avions même, il n'y a pas longtemps, une femme indigène avec une syphilide séborrhéiforme d'une grande netteté.

[3] Nous avons aussi observé les diverses formes d'onyxis-

§ 4. — **Syphilis tertiaire.**

C'est surtout dans le tertiarisme que se caractérise la vérole indigène : c'est là sans conteste qu'on trouve sa signature véritable; c'est donc le moment de parler un peu de la gravité de ce dernier. L'unanimité qu'on rencontre au sujet de la constatation de la fréquence de la vérole ne se retrouve plus du tout, quand il s'agit d'apprécier, au contraire, sa sévérité.

Fig. 1. — *Syphilis déformante et mutilante chez une femme indigène.*

Les uns, Vincent, Lagarde, Bergaud, Bernard, etc., la jugent grave ; les autres, Rebatel, Tirant, Blanc, Dumont, Aucaigne, etc., la considèrent, au contraire, comme relativement bénigne.

Il me semble qu'il y a là un simple malentendu : les uns s'appuyant sur la rareté des syphilis nerveuses et viscérales, sur la remarquable efficacité du traitement ; les autres arguant de la sévérité des accidents du côté des systèmes osseux et cutané[1], accidents aggravés, d'ailleurs, par l'insouciance, l'incurie, la misère, le famélisme et la malpropreté.

Sans doute, le pronostic *quod vitam*, et même au point de vue de l'espèce, chez une race aussi prolifique, n'est peut-être pas très grave; toutefois, on ne peut pas non plus appeler bénignes ces véroles, qui, pour une raison ou pour une autre, arrivent si souvent et si rapidement au tertiarisme, et se caractérisent par des lésions sévères de la peau et des muqueuses, des os et des articles, entraînant des infirmités et des déformations multiples (fig. 1). Du côté de la peau, nous voyons *très fréquemment* les syphilides gommeuses serpigineuses en nappe dont nous avons pu recueillir bien des exemples typiques (fig. 2).

A signaler également le phagédénisme térébrant tertiaire, qui vient si souvent accentuer les lésions destructives des diverses infiltrations gommeuses (fig. 3, 4 et 6); actuellement, nous avons un indigène dont le pénis a été ainsi détruit presque complètement.

Parfois, les lésions prennent un caractère végétant tout à fait spécial, rappelant un peu certaines tuberculoses verruqueuses ou même, plus exactement, les syphilides frambœsiformes rencontrées sous les tropiques[1]; nous avons observé trois cas de cette nature, ces temps derniers (fig. 5).

On a beaucoup insisté sur la fréquence des lésions bucco-pharyngées et des lésions nasales. En effet, une des choses qui frappent ici tout d'abord l'étranger dans les rues, c'est la quantité de déformations nasales rencontrées chez les indigènes (fig. 7). Les nécroses des cartilages, du vomer et

Fig. 2. — *Syphilides gommeuses serpigineuses en nappe chez un indigène.*

[1] Le paludisme, également, aggrave dans une certaine mesure la syphilis indigène.

[1] Certains auteurs ont prétendu que les maladies de la peau et la syphilis cutanée étaient rares, *en raison de*

des os propres sont, en effet, assez fréquentes, et l'on peut observer toutes les diverses déformations du nez syphilitique : nez ensellé, nez pincé, nez en

Fig. 3. — *Phagédénisme térébrant tertiaire (gommes des lèvres et de la joue) chez un indigène.*

trompe, nez en lorgnette, nez en pied de marmite, etc.

Les observateurs insistent tout particulièrement sur les lésions tertiaires de la bouche et du pharynx; il faut toutefois se souvenir que les perforations palatines se font de haut en bas et débutent par le plancher des fosses nasales.

Quoi qu'il en soit, en dehors des perforations classiques, nous voyons fréquemment les vastes destructions en ogive du voile palatin, soit encore les ulcérations pharyngiennes étendues, ou enfin les symphyses palato-pharyngées[1] à tous les degrés ; certaines ne permettent plus que l'introduction d'une sonde cannelée ou d'un stylet.

Cependant, chez les indigènes, la syphilis osseuse est loin de se borner à porter ses coups sur le squelette naso-palatin, et nombreux sont les cas où nous avons pu noter des lésions tertiaires de la clavicule et des os des membres, en particulier du tibia.

A l'Hôpital du Dey, j'ai dû trépaner un Arabe qui présentait une ostéite syphilitique du frontal avec de nombreuses fistules et des portions séquestrées[1].

Les os ne sont pas les seuls atteints; les articles se mettent aussi de la partie, et nous observons de temps à autre des arthropathies syphilitiques isolées ou multiples ; la figure 8 représente deux jeunes Kabyles qui en sont porteurs[2].

Les lésions du nerf optique, des membranes profondes de l'œil sont rares; les paralysies oculaires sont exceptionnelles.

Ici, comme d'ailleurs dans toutes nos autres pos-

Fig. 4. — *Le malade de la figure 3, deux mois plus tard, après traitement intensif et autoplastie faite dans le Service.*

sessions coloniales, on a constaté depuis longtemps la rareté des lésions nerveuses et viscérales[3] de la

l'usage journalier des bains chauds (bains maures) *et des ablutions fréquentes;* les syphilides secondaires sont rarement observées pour les raisons que nous avons données au chapitre de la syphilis secondaire; pour les lésions tertiaires, elles sont légion. D'ailleurs, il faut savoir que la plupart des Arabes simplifient beaucoup les prescriptions du Coran : quelquefois le teïemmoum (aspersion de poussière), ou l'application des mains sur le galet sale de la mosquée, font tous les frais de la toilette religieuse.

[1] J'ai opéré ici une symphyse palato-pharyngée complète, mais c'était sur un Européen.

[1] Voir *Arch. provinciales de Chirurgie*, 1898.

[2] Pour les lésions des os, chez les sujets jeunes, l'ostéogenèse est un appel.

[3] Nous avons observé, mais cela rarement, les gommes du testicule. Dans les autopsies des jeunes indigènes, j'ai trouvé à plusieurs reprises des gommes viscérales, de la rate notamment, mais c'est exceptionnel.

syphilis; nos indigènes, comme les jaunes et les noirs, sont réfractaires de ce côté.

Il faut toutefois reconnaître que cette immunité n'est que relative et n'a pas un caractère absolu; nous avons des exemples qui le prouvent.

J'ai, notamment, observé un cas de myélite syphilitique chez un Arabe et, ces jours derniers, nous avions à la Clinique un indigène porteur d'une hémiplégie spécifique.

Ce qui est vrai pour les accidents nerveux, l'est aussi pour la parasyphilis (tabès, paralysie générale, etc.). M. Battarel, dans une statistique portant sur quarante-deux années et comprenant 633 aliénés arabes, a noté une proportion de 3,92 °/₀ pour la paralysie générale, alors que le pourcentage était de 20 °/₀ pour les aliénés ayant une autre origine ethnique.

Fig. 5. — *Indigène présentant des syphilides frambœsiformes des deux coudes.*

Néanmoins, la paralysie générale chez l'indigène semble subir une très légère ascension[1]; cela ne tient nullement à la syphilis, mais bien aux progrès de l'alcoolisme.

On a émis des hypothèses pour expliquer la prédominance des manifestations de la vérole sur certains systèmes et leur rareté sur d'autres : malpropreté, promiscuité, im-

Fig. 6. — *Femme indigène avec le même phagédénisme tertiaire de la lèvre inférieure et du menton.*

Fig. 7. — *Destruction du nez chez une jeune fille indigène.* La malade est, en outre, porteur d'une perforation palatine).

portation récente, fatalisme, absence de soucis

[1] J'en ai observé un seul cas; voir *thèse* de Battarel, Montpellier, 1902.

moraux, etc. ; mais tout cela ne nous paraît pas donner complètement la clef du problème. L'absence d'intoxications prédisposantes chez la grande

Fig. 8. — *Deux jeunes indigènes présentant des arthropathies et des déformations des épiphyses dues à la syphilis.* — Le premier sujet présente, en outre, une rétraction bicipitale à droite.

masse, *l'abstinence d'alcool surtout*, expliquent déjà ce que nous observons d'une façon générale[1].

En outre, pour nous, dans cette question, il faut tenir un peu compte de la *fréquence relative de la syphilis héréditaire chez nos indigènes*; on sait que cette dernière, bien qu'elle touche parfois le système nerveux de diverses manières, est *beaucoup moins méchante pour lui que la syphilis acquise. D'autre part, la syphilis héréditaire, surtout la syphilis héréditaire tardive, aime la peau et les os, et tout particulièrement la face, les lèvres, le voile du palais et le pharynx: en somme, ce que nous voyons le plus et le mieux chez nos indigènes.*

[1] L'usage du tabac est assez fréquent, mais l'abus du kiff et de l'alcool chez les indigènes peut encore passer pour exceptionnel.

Enfin, chez les individus qui contractent des syphilis acquises, peut-être faut-il tenir compte d'une syphilisation plus ou moins latente, qui serait pour eux, en quelque sorte, préservatrice vis-à-vis des syphilides profondes.

Pour ce qui est des accidents parasyphilitiques, on sait combien il faut être prudent encore au point de vue des interprétations; ici encore, la question de l'alcool prime tout le reste.

§ 5. — Syphilis quaternaire.

Parmi les indigènes cachectiques que nous observons de temps à autre, à côté du famélisme et autres facteurs, il faut certainement faire une part à la syphilis quaternaire ; malheureusement, nous n'avons pas encore eu le temps de pousser assez à fond nos investigations de ce côté.

§ 6. — Syphilis héréditaire.

La syphilis héréditaire précoce, grave, nous échappe en grande partie, nous venons de le dire; nous voyons seulement ses épaves, ceux qui ont été primitivement peu touchés et qui présentent des accidents tardifs, ou même ceux qui sont porteurs d'accidents très retardés et n'ont rien présenté de net dans la première enfance.

Fig. 9. — *Indigène de vingt-trois ans. Syphilis héréditaire type canuchoide. Ostéome syphilitique du tibia droit.*

Chez ces individus, nous avons rarement trouvé la triade d'Hutchinson au complet. Les dents atrophiées, les dents de poupée se rencontrent surtout; la kératite parenchymateuse et les troubles auditifs s'observent infiniment moins. Les déformations nettes du crâne nous viennent

de temps à autre; mais ce que nous rencontrons surtout, ce sont les déformations habituelles du nez et des tibias.

La fréquence de la syphilis héréditaire chez les indigènes est une banalité connue de tous. Mais, à notre avis, on n'a pas encore assez étudié cette question, et je crois qu'en dehors des cas manifestes, qui sautent de suite aux yeux, il y a place pour beaucoup d'autres, qui demandent une étude plus attentive pour être dépistés. Quand il

Fig. 10. — *Indigène. Syphilis héréditaire, type du chimpanzé, fausse leuco-mélarcodermie.*

s'agit d'indigènes, il y a d'abord des difficultés énormes pour l'anamnèse, ce qui gêne beaucoup pour le classement des observations[1].

En terminant ce qui a trait à la syphilis héréditaire, nous donnons la photographie de deux cas typiques (fig. 9 et 10).

La première photographie représente un indigène d'une vingtaine d'années, au corps et au visage glabres; les organes génitaux sont peu développés, les membres inférieurs sont démesurés; il s'agit d'un *type eunuchoïde* bien dessiné. L'individu est, en outre, porteur d'un volumineux ostéome syphilitique du tibia droit. Avant notre arrivée dans le Service, cet ostéome avait été attaqué vigoureusement en chirurgie et avait récidivé; nous avons dû, pour arriver à la guérison, soumettre l'individu à un traitement intensif prolongé et à des greffes cutanées.

Le deuxième cas se rapporte à un individu qui présente de multiples attributs de la syphilis héréditaire : nez ensellé, lésions oculaires, tibias en fourreaux de sabre, d'un développement absolument inusité: c'est le *type du chimpanzé*, que nous retrouvons de temps à autre chez nos indigènes.

Principalement sur les membres inférieurs de notre sujet, on remarque de vastes nappes blanches; ce sont de fausses leuco-mélanodermies consécutives à des infiltrations gommeuses du tégument externe.

§ 7. — Traitement.

Chacun le sait, l'Arabe non alcoolisé obéit merveilleusement au traitement; nous aurions donc mauvaise grâce à insister. Certains ont prétendu que l'iodure surtout blanchissait rapidement la vérole des indigènes; tel n'est pas notre avis. Dans les accidents tertiaires, nous avons trouvé parfois en lui un auxiliaire précieux; mais toutes les fois que le mercure en injections a pu être supporté, nous avons eu des succès beaucoup plus marqués et beaucoup plus rapides.

La médication mercurielle intensive, la plus active dans les diverses phases de la vérole, n'est pas toujours bien supportée par les indigènes cachectiques et porteurs de dentitions défectueuses.

Comme topiques externes, nous nous sommes servi souvent avec succès de badigeonnages à la glycérine iodée et au nitrate d'argent, et cela en dehors des pansements avec les divers emplâtres mercuriels, ou encore des pansements simplement aseptiques.

Le traitement de la vérole dans la médecine indigène consiste dans l'absorption de tisane de salsepareille (*acheba*) et aussi dans un régime spécial aussi compliqué qu'enfantin; je passe sous silence les tatouages thérapeutiques et autres sortilèges. Bien entendu, cette thérapeutique simpliste est absolument inefficace et contribue seulement à retarder la recherche de soins plus sérieux.

Dr J. Brault.
Professeur à l'École de Médecine d'Alger.

[1] Dans une communication récente, M. le Professeur Gaucher indique que l'*appendicite* pourrait être considérée comme une manifestation quaternaire ou une affection parasyphilitique dépendant plutôt de la syphilis héréditaire; nous devons faire remarquer que la syphilis héréditaire est relativement fréquente chez les indigènes et que l'appendicite est très rare.

REVUE ANNUELLE DE GÉOGRAPHIE

I. — La toponymie des Etats-Unis.

Les noms géographiques tiennent dans notre langage courant une place considérable; il ne se passe pas de jour où nous n'en prononçions et n'en lisions des dizaines et même des centaines; aussi est-il intéressant de rechercher l'origine de termes aussi fréquemment employés. Les études de toponymie médiévale et antique sont assez cultivées; en France, notamment, MM. Auguste Longnon et Victor Bérard en ont, à plus d'une reprise, fait le sujet des cours de *Géographie historique* qu'ils professent respectivement au Collège de France et à la Section des Sciences historiques et philologiques de l'École des Hautes-Études. Au contraire, les études de toponymie moderne sont plus négligées, bien qu'elles ne procurent pas à ceux qui s'y adonnent de moindre satisfaction intellectuelle. C'est pourquoi nous signalons avec empressement un important Mémoire de M. Henry Gannett, un géographe américain qui n'en est pas à son premier travail de valeur, sur *l'Origine de certains noms de lieux aux Etats-Unis*[1]. Ses recherches bibliographiques et les renseignements qu'il a obtenus de correspondants répandus dans les divers États de l'Union lui ont permis de découvrir l'origine de près de dix mille noms géographiques. Toutefois, nous sommes surpris qu'ayant fait l'effort nécessaire à l'établissement d'une liste analytique aussi complète, il n'ait pas songé à tirer la philosophie de son travail, c'est-à-dire classer par catégories les sources dont la toponymie des États-Unis est sortie. Tentons-le à son défaut.

Certains noms ont pour origine le caractère physique de l'objet désigné : *Eau claire*, rivière du Michigan, *Clearwater*, rivière de l'Idaho; d'autres, la couleur : *Yellowstone*, rivière du Montana; *White*, rivière du Minnesota; d'autres, la dimension : *Grandeoteau*, ville de la Louisiane; *Highland*, comtés de l'Ohio et de la Virginie, et ville du Kansas; d'autres encore une forme irrégulière : *Elbow* (coude), lac du Maine.

Les trois règnes de la Nature ont aussi apporté leur contingent de termes à la nomenclature géographique. Le port du Michigan, *Copper*, la ville de l'Illinois, *Galena*, la ville de l'Arkansas, *Calamine*, la rivière du Colorado, *Plata*, désignent des lieux où l'on a découvert respectivement du cuivre, du minerai de plomb, du minerai de zinc et de l'argent. A *Citra*, ville de la Floride, il pousse des orangers, et à *Laurel*, ville du Mississipi, des lauriers. Dix-huit points des États-Unis ont reçu le nom de *Fern*, et ving-neuf celui de *Elm*, à cause des fougères et des ormes qu'on y voit. *Alcatraz* (Californie) est la ville du pélican, *Goose* (Maine), la rivière de l'oie, *Oso* (Colorado), la montagne de l'ours. Le nom d'*Elk* (élan) a été donné seul ou en composition à soixante-trois lieux différents. Il faut encore placer dans la même catégorie les noms qui ont une origine météorologique : *Electric*, pic du Yellowstone Park, et *Rainy* (pluvieux), lac du Minnesota.

Tout un groupe de termes a été créé par imitation. Sans se mettre en frais d'invention, les habitants du Nouveau-Monde ont trouvé tout simple de puiser dans la nomenclature géographique de l'Ancien.

Les souvenirs de la Grèce antique ont donné naissance, par exemple, aux mots *Attica*, *Athens*, *Corinth*, *Macedonia*. Lecteurs assidus de la Bible et de l'Évangile, les Puritains, qui émigrèrent au XVIIe siècle dans la nouvelle Angleterre, et leurs descendants ne pouvaient manquer de s'inspirer, par esprit d'imitation, de la toponymie de ces vieux livres. Aussi relève-t-on sur la carte des États-Unis un certain nombre de noms de la Palestine : *Enon*, village de l'Ohio (allusion au lieu où, selon la légende, Jean aurait été baptisé), *Gilboa*, ville de l'État de New-York. Les termes *Lebanon* (en français Liban), *Hebron*, désignent l'un trente-trois, l'autre vingt-cinq lieux du territoire de l'Union.

Bien plus nombreux encore sont les noms identiques à ceux actuellement en usage dans l'Ancien Monde. Il y a aux États-Unis : neuf *Edinburg*, trente-sept *Berlin*, quantité de *London*, plusieurs *Rome*. *Paris*, *Genoa* (Gênes), *Florence*, *Genova* (Genève), *Hamburg*, *Hague* (La Haye) ont chacune un ou plusieurs homonymes.

Mais ce sont certainement les termes calqués sur un nom patronymique qui dominent dans la nomenclature géographique des États-Unis. Il faut, dans ce vaste groupe, distinguer les subdivisions suivantes : *a*) noms de personnages de l'Antiquité : *Aurelius*, ville de l'État de New-York; *Euclid*, ville de l'Ohio; *Fabius*, rivière du Missouri; *Tully* (Marcus Tullius Cicero), ville de l'État de New-York; *b*) noms de personnages historiques d'Europe : *Zwingle*, village de l'Iowa; *Louisiana*, état; *Bismarck*, ville du Missouri et nombreux villages; *Kossuth*, comté de l'Iowa; *c*) noms de per-

[1] The origin of certain place names in the United States. *Bulletin of the United States geological Survey*, n° 197, 1 vol. in-8°. Washington, Government printing office, 1902.

sonnages historiques de la Grande-Bretagne : *Elizabeth*, cap du Maine ; *North* et *South Carolina*, États rappelant la mémoire de Charles Ier et de Charles II ; *Georgia*, État rappelant la mémoire de Georges II ; *Gladstone*, ville du Michigan ; *d*) noms de personnages célèbres dans l'histoire des États-Unis : *Washington*, État et nombreuses villes; *Fayette* ou *La Fayette*, nombreuses villes; *Lincoln*, *Jefferson*, *Monroe*, *Garfield*, *Mac Kinley* sont, en même temps que les noms des présidents de la République, ceux de comtés et de villes ; *e*) noms de simples particuliers, colons, industriels et capitalistes ; cette dernière catégorie est innombrable ; *f*) noms de savants célèbres : *Humboldt*, *Stanley*, *Darwin*, *Tyndall*, *d'Anville*.

Enfin, d'autres noms ont encore été formés, soit d'après des souvenirs mythologiques : *Esculapia*; soit d'après des personnages fictifs : *Atala* (héroïne de Châteaubriand), *Evangeline* (héroïne de Longfellow) ; soit d'après un mot abstrait de bon augure : *Economy*, ville de Pennsylvanie, *Espérance*, ville de l'État de New-York, *Harmony*, bourg de Pennsylvanie, *Liberty*, nombreux villages.

Variée par le sens des noms qui l'ont formée, cette nomenclature ne l'est pas moins par la diversité des langues dont ils ont été tirés ; on y voit juxtaposés des mots du langage des populations autochtones, que nous appelons « Indiens » ou « Peaux-rouges », des mots hollandais datant de la courte période pendant laquelle les États généraux des Provinces-Unies ont possédé la côte de l'Atlantique, des mots espagnols, surtout dans le sud, des mots français rappelant le grand rôle que nous avons joué dans l'Amérique du Nord aux XVIIe et XVIIIe siècles, enfin et surtout des mots anglais.

Souvent les traces toponymiques laissées par une population sur un territoire persistent, alors que les monuments élevés par elle ont depuis longtemps disparu. La nomenclature géographique des États-Unis apporte une preuve de plus à cette observation générale.

II. — L'Exploration antarctique.

Les terres antarctiques restent actuellement l'une des deux régions les moins connues du Globe ; la seconde est l'Asie centrale. Sillonnée en tous sens depuis un demi-siècle, l'Afrique est maintenant, en effet, connue en son ensemble et ne laisse plus aux voyageurs que l'espoir de découvertes de détail. Aussi l'exploration antarctique a-t-elle, depuis une dizaine d'années, particulièrement retenu l'attention des géographes. Les problèmes qu'elle suscite furent notamment l'objet d'une étude approfondie au Congrès international, qui se tint à Londres en 1895. Des expéditions antarctiques s'organisèrent dans plusieurs pays, et une entente s'établit pour que chacune d'elles attaquât l'inconnu austral en un point particulier. A l'Expédition anglaise fut réservée l'exploration des Terres situées au sud de la Nouvelle-Zélande, et découvertes par James Clark Ross en 1841-42, à l'Expédition suédoise celle de l'archipel qui s'étend au sud du Cap Horn, à l'Expédition allemande celle de la contrée située au sud de l'île Kerguelen, à l'Expédition écossaise enfin, celle de la mer de Weddell.

La *National Antarctic Expedition* a été organisée sous les auspices de la *Royal Society* et de la *Royal Geographical Society*[1]. Elle disposait d'une somme de 90.000 £ (2.272.500 francs), fournie, moitié par le Gouvernement de la Grande-Bretagne, et moitié par des souscriptions privées, parmi lesquelles la *Royal Geographical Society* figurait pour 8.000 £ (202.000 francs). Un bâtiment, la *Discovery* (que j'ai eu l'occasion de visiter en juillet 1901, à Londres, dans les *East India Docks*), a été spécialement construit et aménagé en vue de cette campagne polaire. Le commandement a été exercé par le capitaine Robert F. Scott, de la Marine britannique.

La *Discovery* quitta New Chalmers (Nouvelle-Zélande) le 24 décembre 1901, se dirigea droit vers le sud, et le 9 janvier 1902 arriva au cap Adare. Le capitaine Scott commença par reconnaître les terres découvertes par James Ross, South Victoria Land, monts Erebus et Terror, puis suivit vers l'est, jusqu'au 31 janvier, le front de la banquise et découvrit une terre, qu'il a nommée « King Edward VII Land », et dont il a estimé l'altitude à 700 ou 1.000 mètres. Le 8 février 1902, la *Discovery* était revenue à la terre Erebus et Terror, au sud de laquelle un point propice à l'hivernage fut choisi.

Pendant les deux ans que le navire resta bloqué, de fréquents voyages furent entrepris sur la glace, vers l'est, le sud et l'ouest. Le plus lointain a été accompli, du 2 novembre 1902 au 3 février 1903, par le capitaine Scott en personne et deux officiers, MM. Wilson et Shackleton.

Le 29 décembre 1902, ils atteignirent la latitude australe de 82°17′, point extrême auquel jusqu'à présent l'homme s'est avancé vers le pôle sud.

Pendant tout ce voyage, ils longèrent, du nord au sud, une ligne continue de hautes terres et aperçurent, avant de reprendre la direction du nord, « vers l'ouest-sud-ouest, une chaîne de belles montagnes et une autre chaîne fort élevée dans le sud ».

[1] Sir Clements R. Markham : The first year's work of the National antarctic Expedition. *The Geographical Journal*, juillet 1903, p. 13. — National antarctic Expedition; report of the Commander, *ibidem*, p. 20. — Commander Robert F. Scott : The National antarctic Expedition, *ibidem*, juillet 1904, p. 17. — George F. A. Muloch : Map showing the work of the National antarctic Expedition, *ibidem*, août 1904.

Cependant, en Angleterre, on se préoccupait beaucoup du sort de la *Discovery*; le *Morning*, envoyé, en 1902, à son secours, l'aperçut le 23 janvier 1903; il en approcha aussi près que possible, sans réussir toutefois à l'aborder; mais, par un système de transport établi sur la glace, on fit passer de l'un dans l'autre navire quatorze tonnes de matériel et de provisions et vingt tonnes de charbon.

L'année suivante, une nouvelle expédition de secours fut organisée. Le 5 janvier 1904, la vigie de la *Discovery* signala le *Morning* qui revenait, accompagné d'un second navire, la *Terra Nova*.

Les instructions du Comité de la *National Antarctic Expedition* prescrivaient au capitaine Scott d'abandonner son navire si l'état de la glace ne lui permettait pas de le dégager. Déjà les instruments, les collections, les journaux de bord, les livres avaient été transportés de la *Discovery* sur le *Morning*, quand, à la fin de janvier, la banquise commença à se désagréger. La rupture de la glace fut activée au moyen d'explosifs, et enfin le 19 février 1904, après plus de deux ans d'emprisonnement, la *Discovery* reprenait la direction du nord.

Fig. 1. — *Les régions antarctiques.*

L'Expédition suédoise, commandée par M. Otto Nordenskiöld et montée à bord de l'*Antarctic*, quitta Gothenburg le 16 octobre 1901 et Port-Stanley (îles Falkland) le 1er janvier 1902[1]. Elle atteignit l'île King George, dans le groupe des Shetland du sud, le 10 janvier.

Après un mois de navigation autour de la terre Louis-Philippe et de l'île Joinville, jadis découverte par Dumont d'Urville, l'*Antarctic* déposa, le 14 janvier 1902, M. Otto Nordenskiöld avec cinq compagnons, dont trois savants et deux matelots, dans l'île Snow Hill. Elle reprit ensuite la direction du nord, se ravitailla dans l'Amérique méridionale, puis, en novembre 1902, quitta la Terre de Feu, pour venir rechercher M. Nordenskiöld, ainsi qu'il avait été convenu. Mais elle le tenta vainement et disparut dans une catastrophe.

Au sud de l'île Joinville, à une distance d'environ 150 kilomètres de l'île Snow Hill, l'*Antarctic* fut entouré par les glaces. Les blocs s'amoncellent, pèsent sur le navire, brisent la quille, courbent l'arbre de l'hélice, et, finalement, en crevant l'arrière, ouvrent une voie d'eau.

Après de vains efforts pour réparer son navire, le capitaine Larsen se résigna à l'abandonner, en fit retirer instruments, matériel et vivres et abaissa le pavillon suédois. « Puis, — c'était le 12 février 1903 — tous en silence regardèrent le brave navire, qui avait supporté tant d'assauts des glaces et des vagues dans les mers polaires boréales et australes, s'enfoncer lentement et gravement dans sa tombe océanique. » Le capitaine Larsen résolut de gagner par la banquise la terre la plus proche, l'île Paulet, au sud de l'île Joinville. Il l'atteignit avec ses hommes le 28 février 1903, après seize jours de marche excessivement pénible, et se hâta, pour passer la mauvaise saison qui approchait, de construire une hutte en pierres couverte de toiles à voile et de peaux de phoque.

Pendant ce temps, M. Nordenskiöld et ses compagnons, ignorant nécessairement les événements dramatiques qui se succédaient si près d'eux, continuaient leurs observations scientifiques, abrités dans la maison démontable en bois qu'ils avaient apportée de Stockholm.

L'hiver antarctique de 1902 passa, puis celui de 1903. Au printemps, M. Nordenskiöld commençait à être fort surpris du retard inexplicable de l'*Antarctic*, quand un jour, le 8 novembre 1903, on

[1] The Swedish antarctic Expedition. *Geographical Journal*, février 1904, p. 207. — Lieut. Julian Irizar : Rescue of the Swedish antarctic Expedition, *ibidem*, mai 1904, p. 580. — Otto Nordenskiöld : The Swedish antarctic Expedition, *ibidem*, juillet 1904, p. 30.

aperçut de Snow Hill deux hommes sur la glace. C'était le capitaine Irizar, commandant du navire argentin l'*Uruguay*, avec un compagnon.

Dans le monde civilisé tout entier, on s'était ému, en effet, de l'Expédition suédoise, et le Gouvernement argentin, passant des considérations spéculatives aux actes, avait armé un navire de secours, qui avait réussi à approcher de Snow Hill.

Par une coïncidence extraordinaire, ce même jour, 8 novembre 1903, M. Nordenskiöld, encore tout ému d'avoir appris qu'on était sans nouvelles de l'*Antarctic*, éprouva une autre surprise : le soir, les chiens se mirent tout à coup à aboyer furieusement et quel ne fut pas son étonnement en voyant arriver à pied le commandant de l'*Antarctic*, le capitaine Larsen en personne, qui, avec cinq compagnons, avait, de son hivernage de l'île Paulet, atteint Snow Hill.

Tous s'embarquèrent sur l'*Uruguay*, le 10 novembre 1903, passèrent à l'île Paulet pour prendre le reste des naufragés de l'*Antarctic* et, le 23 novembre, arrivaient à Santa-Cruz, en Patagonie.

Au point de vue topographique, cette Expédition aura eu pour résultat de préciser les notions rapportées par les explorations antérieures de Dumont d'Urville, de James Ross, et, plus récemment, de la *Belgica*. Au sud des îles Shetland du sud s'étend, du nord-est vers le sud-ouest, une grande terre, nommée Terre Graham, et dont les côtes ont reçu les noms de Terre Louis-Philippe, Terre Danco et Terre du Roi Oscar II. Elle est bordée par des îles : au nord, îles Liége, Brabant, Gand, Anvers; à l'est, îles Joinville, Ross, Seymour, Snow Hill; au sud, île Robertson.

D'intéressantes observations météorologiques ont été faites. M. Nordenskiöld s'attendait à constater des températures basses (Snow Hill étant située par une latitude de 64°30′ seulement, ce qui correspond dans l'hémisphère boréal à celle de Namsos en Norvège), mais non des températures aussi basses que celles qu'il a éprouvées. La moyenne de mars 1902 à février 1903 a été de —12° centigrades, celle du mois le plus froid, juillet 1902, de —24°, et celle du mois le plus chaud, janvier 1903, de —1°. Un second phénomène météorologique remarquable est la violence des tempêtes du sud-ouest : « Le temps paraît calme et beau, dit M. Nordenskiöld, mais le baromètre baisse rapidement, puis s'arrête; à l'horizon, vers le sud-ouest, un peu de brume, quelques coups de vent surviennent; puis, tout à coup, sans transition, la tempête se déchaîne. L'atmosphère est si assombrie par les nuages de neige fine, qu'on ne peut pas voir devant soi à plus de quelques pas. Point de fente, ni d'interstice dans lesquels la neige ne pénètre. » Telle était la force du vent pendant ces ouragans, qu'il était impossible de rester debout et que des objets souvent très lourds, déposés près de la maison, étaient transportés à une grande distance.

Embarquée sur le *Gauss*, l'Expédition antarctique allemande, dirigée par M. von Drygalski, quitta le cap de Bonne-Espérance, le 7 décembre 1901[1]. Elle toucha à l'île Possession, de l'archipel Crozet, à l'île Kerguelen, puis à l'île Heard, de l'archipel Macdonald. Balayées constamment par des vents d'ouest, battues par des tempêtes de neige et de pluie, ces îles sont aussi inhospitalières que possible et inhabitées.

M. von Drygalski remarqua que les icebergs qui se détachent de la banquise sont entraînés par des courants du sud vers le nord et se suivent, pour ainsi dire, en procession. Ces files d'icebergs laissent entre elles des avenues vides, et, s'il est fort malaisé de naviguer de l'ouest vers l'est, parce qu'il faut couper ces voies, il est relativement facile, en s'engageant dans l'une d'elles, de se diriger vers le sud. C'est ce que fit M. von Drygalski sur cette mer libre. Il s'enfonçait avec allégresse dans le sud, tout à l'espoir de s'approcher plus près du pôle qu'aucun de ses prédécesseurs, quand, le 19 février 1902, la sonde, qui accusait jusqu'alors des fonds de 3.000 mètres, en décela tout à coup un de 240 seulement : le surlendemain, 21 février 1902, le *Gauss* se trouva en face d'une terre inconnue. Dès le lendemain, il fut entouré par les glaces, et en resta captif pendant près d'un an, jusqu'au 8 février 1903. Cette Expédition a eu pour résultat principal d'avoir révélé qu'entre les terres Kemp et Wilkes, il existe une terre que M. von Drygalski a nommée : « Terre de l'Empereur Guillaume II ».

L'Expédition antarctique écossaise, dont les frais ont été supportés entièrement par des particuliers, a été dirigée par M. William S. Bruce, océanographe expérimenté. La *Scotia* (c'était le nom de son navire) quitta l'Ecosse le 2 novembre 1902, et après une escale prolongée à Port Stanley, dans les îles Falkland, arriva, le 3 février 1903, en vue des îles Orkney du sud. Elle débarqua un groupe de cinq naturalistes dans l'île Saddle, qui n'avait jusqu'à présent été visitée qu'une seule fois, en 1823, par le capitaine James Weddell. Après des observations océanographiques faites au sud des Orkney, la *Scotia* y revint dans la seconde moitié de mars 1903. Dans la baie choisie comme lieu d'hivernage, le navire resta enfermé huit mois : cette persistance de la glace pendant une si longue durée, à une distance relativement si éloignée du pôle sud, puisque les Orkneys sont situées par 60° lat. austr.,

[1] Erich von Drygalski : The German antarctic Expedition. *The Geographical Journal*, août 1904, p. 129.

n'est pas l'une des observations les moins remarquables faites au cours des récentes expéditions antarctiques. L'hiver fut employé par M. Bruce à relever en détail la topographie des Orkney.

Le 25 novembre 1903, la *Scotia* partait pour Buenos-Ayres, s'y ravitaillait, et le 22 février 1904 était de retour aux Orkney, où elle débarqua une mission de trois savants argentins, qui remplacèrent à l'observatoire scientifique les savants écossais qui y avaient passé l'été.

Avant de regagner l'Europe, la *Scotia* fit une croisière dans l'Océan antarctique et longea pendant 200 kilomètres une côte inconnue.

Ces diverses expéditions ont rapporté tout un ensemble d'observations océanographiques, météorologiques, et d'histoire naturelle, que des spécialistes étudient en ce moment. Sous le rapport de la configuration du Globe, elles n'ont pas été non plus sans résultat. A une distance plus ou moins éloignée du pôle, les navires ont rencontré des terres : terre du roi Édouard VII, terre de Graham, terre Guillaume II. Reste à savoir si ces terres sont simplement des îles disséminées dans l'Océan antarctique ou bien si elles représentent la côte et comme la façade d'un continent inconnu, le continent du pôle sud.

III. — Exploration de l'Afrique tropicale.

§ 1. — Chari et Tchad.

Avec ses trois compagnons, MM. Courtet, Decorse et Martret, M. Auguste Chevalier a parcouru en 1902 et 1903 les régions traversées par le Chari, et bien qu'il se soit principalement enquis des ressources économiques de ces régions, et notamment des plantes à caoutchouc, il a rapporté des renseignements géographiques qui méritent un bref exposé[1].

L'hydrographie présente des caractères très particuliers. La plupart des rivières subissent chaque année une interruption prolongée; elles ne sont des *cours d'eau*, au sens véritable du mot, que pendant quelques semaines. Le sol étant imperméable et presque horizontal, les rivières se transforment, à la saison sèche, en un chapelet de mares dans lesquelles se réfugie la faune aquatique et amphibie. L'un des plus étendus de ces étangs est le lac *Iro*. Le voyageur allemand Nachtigal en avait déjà signalé l'existence, mais c'est à M. Auguste Chevalier que revient l'honneur d'avoir découvert, à travers l'eau, la vase et les prairies aquatiques, une voie qui lui a permis de faire en quatre jours le tour du lac *Iro*. Il a encore découvert une autre de ces dépressions fangeuses, le *Mamoun*, « immense plaine marécageuse, longue de 150 kilomètres, où convergent cinq grandes rivières ». Il a constaté que toute la contrée se dessèche progressivement : le lac Baro a disparu, le lac Fittri est en voie d'extinction, le Tchad lui-même diminue progressivement de superficie, nonobstant le retour irrégulier et intermittent de grandes inondations; d'anciennes surfaces couvertes d'eau sont maintenant occupées par une végétation de papyrus et de roseaux.

Au point de vue ethnographique et politique, M. Auguste Chevalier est entré en relations avec deux dominations musulmanes relativement organisées : celle du sultan Snoussi, qui, dans sa ville

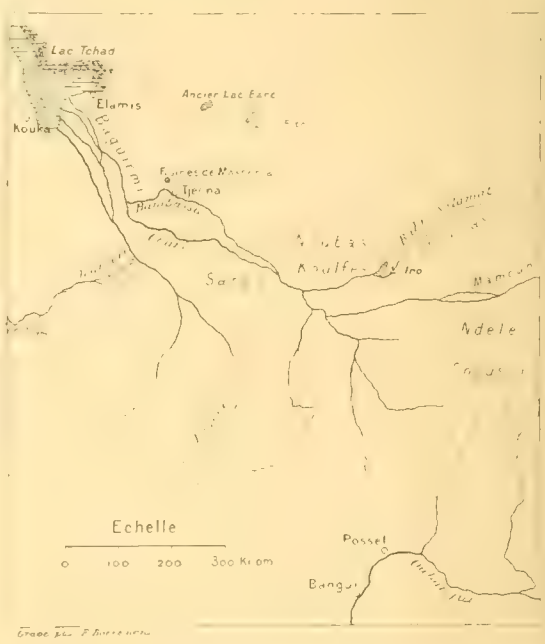


Fig. 2. — *Régions du Chari et du Tchad.*

de Ndelé, fit défiler devant lui 1.500 soldats, et celle du sultan du Baguirmi, Gaourang. Il a constaté l'état d'épuisement du Baguirmi : « Ses villes sont effacées, ses habitants dispersés, ses troupeaux disparus ». Gaourang, ayant jugé impossible de défendre contre Rabah la vieille capitale baguirmienne de Massénia, l'a incendiée, et occupe maintenant, sur les bords d'un bras du Chari, le Ba-Mbassa, une nouvelle bourgade, Tjecna, « dont les cases d'aspect misérable semblent des campements provisoires ».

Entre la domination de Snoussi, qui confine au Darfour, et celle de Gaourang, qui touche au Tchad, M. Chevalier a rencontré des groupes de populations intéressants. Il a revu les Saras, jadis signalés par M. C. Maistre, peuple de colosses doux et pacifiques, d'une magnifique vigueur, d'une fécondité surprenante, « laborieux cultivateurs qui ignorent l'anthropophagie, et forment une société assez

[1] Aug. Chevalier : De l'Oubangui au lac Tchad, à travers le bassin du Chari. *La Géographie*, 15 mai 1904, p. 343.

bien policée ». Près du lac Iro, il a découvert les Koulfés, les Goullas, les Bouas, les Sokoros, les Noubas ou Fagnias. Ces derniers sont de véritables troglodytes, qui, à la moindre alerte, se réfugient sur des rochers, dans des cavernes invisibles, où il est impossible de les découvrir.

Sous le rapport économique, M. A. Chevalier a eu une impression médiocrement favorable des régions qu'il a parcourues, et il est douteux que leur possession nous soit bien avantageuse.

§ 2. — Ouganda septentrional.

Le major Powell-Cotton a exploré en 1902 la région qui s'étend entre le lac Victoria, le lac Rodolphe et le Nil Blanc. D'autres explorateurs s'étaient avancés, les uns du Nil Blanc vers l'est, les autres du lac Victoria vers le nord; mais aucun itinéraire n'avait encore été tracé du Victoria au Nil, en passant si près du lac Rodolphe. Toutefois, il faut avouer que le récit, d'ailleurs très succinct, de son voyage[1] a un peu déçu notre curiosité, et nous espérions davantage. Voici cependant les remarques qu'il a faites. Le pays est très accidenté et couvert soit de massifs isolés, soit de montagnes à forme allongée; du sud vers le nord-ouest, il a relevé les monts suivants : Elgon (4.700 mètres), déjà bien connu antérieurement, Debasien (3.200 mètres), Kizima Nopak (2.500 mètres), Kamalinga (2.700 mètres), Moroto (3.300 mètres), Zunut, Locorina, Marengole (2.000 mètres), Egadang (2.900 mètres).

A l'époque de son passage, le pays était très sec; ni dans les vallées orientées vers l'est et qui aboutissent au Turkwell, principal tributaire du lac Rodolphe, ni dans les vallées qui se dirigent vers le Nil Blanc, l'eau n'était courante ; elle se concentre dans des étangs.

En fait de population, M. Powell Cotton a revu, après Joseph Thomson et sir Harry Johnston, les Wongabuney, troglodytes qui habitent dans des caves percées sur les flancs orientaux du Mont Elgon. L'intérieur de ces grottes est très irrégulier, les habitants qui les ont creusées n'ayant enlevé que les terres meubles, et ayant laissé intactes les roches dures. Les coins saillants auxquels on se heurte rendent l'habitation de ces demeures souterraines très inconfortable. M. Powell Cotton ne doute pas qu'elles aient été creusées par la main de l'homme, mais il considère les occupants actuels comme trop peu industrieux pour les avoir faites, et il attribue ces travaux à des populations actuellement disparues.

Sur les sommets du Debasien et du Moroto, les deux sommets les plus élevés de la région après l'Elgon, habitent des tribus de montagnards appelés Tepeths, qui inspirent aux habitants de la plaine une terreur superstitieuse, laquelle les protège, bien qu'ils soient peu nombreux, contre toute agression.

Enfin, à l'est de l'Elgon, près du Mont Sirgoi, M. Powell-Cotton a remarqué des ruines en pierre, une rareté dans l'Afrique tropicale. Ce sont des enceintes circulaires de 27 à 45 mètres de diamètre, construites en grosses pierres frustes et situées, soit sur la pente, soit sur le sommet des collines. L'intérieur contient d'autres murailles circulaires

Fig. 3. — *L'Ouganda et l'Ethiopie méridionale.*

de moindre diamètre, qui marquaient probablement l'emplacement d'anciennes huttes.

§ 3. — Éthiopie méridionale.

Entre l'empire d'Éthiopie et le Protectorat britannique de l'Afrique orientale, il n'existe pas encore de frontière. Le pays par lequel elle doit passer, c'est-à-dire la contrée située entre le lac Rodolphe et la rivière Juba, était jusqu'à présent trop peu connu pour qu'on pût la tracer. Aucun des explorateurs qui s'étaient aventurés dans ces parages, Bottego en 1896-1897, Wellby en 1899, Donaldson Smith en 1894-1895, puis en 1899, ne l'avait traversé.

L'expédition conduite, de novembre 1902 à juillet 1903, par MM. Butter et le capitaine Philippe Maud, au sud de l'Éthiopie, avait principalement

[1] Major P. H. G. Powell Cotton : A journey through Northern Uganda. *The Geographical Journal*, juillet 1904, p. 56.

pour objet de mettre à la disposition de Sir John Harrington, consul général britannique auprès de l'empereur Ménélik II, les éléments géographiques du tracé de cette frontière. Ce voyage, qui paraît avoir été entièrement défrayé par la libéralité de M. Butter, a consisté à tracer un itinéraire entre le point terminus de la voie ferrée Djibouti-Harrar et la station de Nakuro sur la ligne de Mombasa au lac Victoria. Toutefois, avant d'entreprendre leur expédition, MM. Butter et Maud allèrent rendre visite dans sa résidence d'Adis Alam à Ménélik, qui, non seulement approuva leurs projets, mais les fit accompagner de trois assistants.

Ce voyage a eu quelques résultats géographiques intéressants [1]. La question, toujours controversée, des lacs subéthiopiens a été partiellement éclaircie. Du nord au sud, ces lacs semblent décidément s'échelonner dans l'ordre suivant : Zuai, Horadaka, Langano, Chala, Aouasa, Abaya. Les quatre premiers communiquent entre eux ; le lac Abaya communique peut-être avec le lac Stéphanie. Enfin, l'existence du lac Sugota, au sud du lac Rodolphe, est confirmée. En quittant le lac Aousa, et en se dirigeant vers le sud-est, MM. Butter et Maud ont traversé une contrée encore très mal connue, le Sidamo, qui est très élevée d'altitude, boisée, sillonnée de nombreux cours d'eau et peu peuplée.

Mais le résultat capital de leur voyage consiste, à notre avis, dans les renseignements qu'ils ont rapportés sur une peuplade dont on ne connaissait jusqu'à présent que le nom, les Borans. Ces Borans habitent entre le haut cours de la rivière Juba ou Ganale Doria à l'est, et le lac Stéphanie à l'ouest. Ils occupent : les uns la contrée appelée Liban, pentes méridionales du massif du Sidamo, les autres le plateau de Dirri, séparé de la plaine qui s'étend jusqu'au lac Rodolphe par un escarpement abrupt, la falaise Goro, longue de 200 kilomètres environ entre ses deux points extrêmes, le Fanan-Guba à l'ouest et le Kuddaduma à l'est. Adonnés uniquement à la vie pastorale, les Borans élèvent des bêtes à cornes principalement, des moutons, des chèvres, des chameaux en petit nombre, et ceux de l'ouest des poneys et des ânes. Dans chaque village habitent de dix à quatre-vingts familles. Les huttes et les parcs à bétail sont entourés d'une haie épineuse. Leur pays étant peu arrosé, c'est autour des points d'eau qu'ils ont été forcés de se grouper. En dehors de l'élevage, ils ne savent rien faire ; ils sont fort paresseux et d'une intelligence très peu développée. Les hommes portent des étoffes américaines de coton qui leur arrivent après un long trajet des ports de l'Océan indien, notamment de Kismayou ; les femmes ne sont vêtues que d'un tablier de cuir. Tout Boran qui possède une richesse suffisante en troupeaux s'offre le luxe de plusieurs femmes.

Entre les Abyssins chrétiens du nord et les Çomalis musulmans de l'est, les Borans sont restés païens. Ils adorent un concept divin, qu'ils nomment *Ouak*, et lui offrent des sacrifices propitiatoires de bétail et peut-être même d'enfants.

Ils se partagent en deux groupes : les Gonas, qui habitent le Liban, et les Soubbous, qui habitent le Dirri ; chacun de ces groupes a un chef.

MM. Butter et Maud ont encore constaté un autre point intéressant pour la géographie politique : l'extension du pouvoir de Ménélik vers le sud. Malheureusement, retenus sans doute par quelque raison diplomatique, ils y font seulement allusion. Ils nous apprennent cependant que les Éthiopiens occupent un poste fortifié dans le Sidamo, à Irba Moda, un second, défendu par une « importante garnison », à Gardula, entre les lacs Abaya et Stéphanie, et enfin un troisième à Arero. De ce poste d'Arero, le représentant de Ménélik surveille tout le pays Boran. C'est vers 1897 que cette domination paraît s'être établie.

IV. — Le domaine géographique de l'olivier.

M. Theobald Fischer, à qui l'on devait déjà une monographie justement célèbre du palmier-dattier, vient de publier une étude sur l'olivier, dans laquelle il a résumé quantité de lectures et d'observations personnelles [1]. Il expose l'histoire de l'olivier, les conditions dans lesquelles il vit, le commerce que provoquent l'huile et l'olive comestible ; mais l'intérêt de son étude provient surtout de ce qu'il établit, avec une précision qui n'avait pas encore été atteinte, les limites de son domaine géographique. Traçons-les rapidement à sa suite. L'olivier est essentiellement un arbre méditerranéen, et le souvenir de son feuillage grisâtre ne manque pas d'évoquer dans notre esprit celui de ces pays enchanteurs, que nous ne nous lassons pas de visiter et vers lesquels maintes fois déjà la *Revue générale des Sciences* a dirigé ses Croisières. Encore tous les pays que baigne la Méditerranée n'en produisent-ils pas également. L'Egypte en est presque entièrement dépourvue, et ils apparaissent seulement au Fayoum et dans les oasis du désert libyque, Bahrieh, Farafrah, Dakhel, Chargeh, Sioua. L'Asie Mineure ne saurait non plus être comptée parmi les pays à olivettes étendues, puisqu'on n'en rencontre que dans les vallées qui

[1] Captain Philip Maud : Exploration in the southern borderland of Abyssinia. *The Geographical Journal*, mai 1904, p. 552.

[1] Theobald Fischer : Der Oelbaum. Seine geographische Verbreitung, seine wirtschaftliche und kulturhistorische Bedeutung. *Petermann's Geographische Mitteilungen, Ergänzungsheft* n° 147, 1 broch. in-4°, Gotha, 1904.

débouchent sur la mer de l'Archipel, et dans les golfes d'Adalia et d'Alexandrette. La Syrie, Barka ou l'ancienne Cyrénaïque, l'Attique, l'Eubée et la côte occidentale du Péloponèse, les îles de Crète et de Chypre, voilà le domaine de l'olivier dans le bassin oriental de la Méditerranée.

Il couvre une superficie bien plus étendue dans les pays qui entourent le bassin occidental, et, du détroit de Gibraltar au détroit de Messine, il n'est pas un point de la côte où il fasse défaut. Il prospère dans tout le Royaume de Portugal, l'extrême nord excepté; et, des quarante-huit provinces du Royaume d'Espagne, quinze seulement en sont dépourvues. Sa limite septentrionale touche le Douro, passe au pied des Sierras de Gredos et de Guadarrama, s'infléchit pour passer au sud des montagnes de l'ancien royaume de Valence, mais remonte le long de la côte et pénètre profondément dans le bassin de l'Ebre.

En France, son domaine s'étend sur les anciennes provinces du Roussillon, Languedoc et Provence; il s'avance le long de la rive gauche du Rhône jusqu'à Viviers, et le long de la rive droite à 13 kilomètres plus au nord, jusqu'à Rochemaure et Beauchastel, à 16 kilomètres de Valence.

De même que la côte de Provence, celle des deux rivières de Gênes est frangée d'un liséré d'oliviers, et les personnes qui ont eu l'heureuse fortune de séjourner à San Remo savent quel charme particulier ils donnent à la Ligurie. Des autres provinces de l'Italie, une seule, le Piémont, en est complètement privée. Ils sont particulièrement nombreux en Toscane, en Ombrie et en Apulie. Protégés contre le froid, ils forment même une bande étroite au pied des Alpes, depuis le lac Majeur jusqu'au lac de Garde.

L'Afrique du Nord tout entière est un pays à oliviers; mais, tandis qu'on le rencontre partout en Tunisie, sauf dans les régions montagneuses de l'intérieur, tandis qu'il couvre une partie notable de la province de Constantine, il n'occupe dans les provinces d'Alger et d'Oran qu'une bande de terrain relativement étroite entre la mer et l'Atlas. Au Maroc, la vallée de la Moulouya et le versant occidental du haut Atlas paraissent lui convenir particulièrement. Les îles méditerranéennes, Baléares, Corse, Sardaigne, Sicile, ne se prêtent pas moins à sa culture que les rivages qui les entourent. En dehors des régions qui viennent d'être énumérées, il n'y en a qu'une sur le globe, la Californie, où l'olivier joue encore un rôle économique.

V. — Bibliographie géographique.

Les instruments de travail des géographes : « Literatur-Bericht » des *Petermann's geographische Mitteilungen*, « Geographical literature of the month » du *Geographical Journal*, « Bibliographie géographique annuelle » des *Annales de Géographie*, « Bibliotheca geographica » dressé par Otto Baschin, sous le patronage de la Société de Geographie de Berlin, viennent de s'enrichir de deux publications nouvelles.

Une place a été réservée à la Géographie dans l'*International Catalogue of scientific Literature*, que publie la Société Royale de Londres. D'après son titre[1], cette bibliographie ne comprendrait que les travaux de Géographie mathématique et physique, mais ces deux épithètes ont été entendues par la rédaction dans un sens très large. Ce catalogue a pour but de présenter une liste complète des travaux géographiques parus dans l'année. Il est divisé en deux parties : 1° liste des travaux par noms d'auteurs, 2° liste des travaux par ordre de pays. Il se termine par une liste des revues géographiques.

Le second recueil bibliographique nouvellement publié est intitulé *Geographen-Kalender*; il est dirigé par M. Hermann Haack. C'est la restauration, avec quelques modifications de plan, d'une publication excellente qui parut en France de 1861 à 1878, et qu'il y aurait grande injustice à oublier : *L'Année géographique* de Vivien de Saint-Martin. Les deux volumes que M. Haack a déjà donnés[2] sont ainsi divisés : 1° Tableaux de renseignements (calendrier, positions astronomiques des principaux lieux du Globe, échelles des cartes, concordances entre les hauteurs des divers thermomètres); 2° principaux événements de géographie politique et économique de l'année, tels que, par exemple : « le nouveau traité entre la France et le Siam », « la chute des républiques boers », « les projets de canaux dans l'Amérique centrale » (t. I), « l'achèvement de la voie ferrée de l'Ofoten », « le soulèvement en Macédoine et l'Ethnographie », « le chemin de fer franco-éthiopien » (t. II); 3° principales explorations de l'année; 4° bibliographie géographique annuelle ; 5° nécrologie géographique; 6° listes d'adresses des géographes, Sociétés et périodiques géographiques du monde entier.

Nous avons relevé dans ce manuel un nombre assez considérable d'erreurs, mais il s'améliorera par des retouches successives et rendra service.

Henri Dehérain,
Docteur ès lettres,
Sous-Bibliothécaire de l'Institut.

[1] *Geography, mathematical and physical*, published for the International Council by the Royal Society of London. First issue, in-8°, Londres, Harrisson and sons, 1903.

[2] *Geographen Kalender*, herausgegeben von Hermann Haack. Erster Jahrgang, 1903-1904; Zweiter Jahrgang, 1904-1905, in-16, Gotha, Justus Perthes.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Lebesgue (Henri), *Maître de conférences à la Faculté des Sciences de Rennes.* — **Leçons sur l'intégration et la recherche des Fonctions primitives,** *professées au Collège de France.* — 1 *vol. grand in-8 de* VII-138 *pages.* (*Prix :* 3 *fr.* 50.) *Gauthier-Villars, éditeur, Paris,* 1904.

A l'origine du Calcul intégral, on fit reposer sur la notion d'aire, admise *a priori*, l'existence, pour une fonction donnée $f(x)$ d'une variable x, d'une fonction *primitive*, admettant $f(x)$ pour dérivée; cela conduisit aussitôt à des fonctions primitives qui n'étaient pas toujours exprimées à l'aide des opérations algébriques, trigonométriques et logarithmiques élémentaires ; d'autre part, on signala bientôt l'existence de fonctions composées avec ces opérations élémentaires, et cependant non *continues*, au sens adopté alors (*continuité eulérienne*) : telle, par exemple, la fonction $+\sqrt{x^2}$, réductible à $+x$ pour x positif, et à $-x$ pour x négatif (représentation graphique formée de deux demi-droites rectangulaires issues de l'origine); la série de Fourier en fournit d'autres exemples. Ces faits amenèrent Cauchy à introduire les définitions aujourd'hui classiques de *fonction*, de *continuité* et d'*intégrale définie* considérée comme limite de somme et conduisant à *l'intégrale indéfinie* et à la *fonction primitive* : après l'avoir brièvement rappelé, M. Lebesgue expose les généralisations successives qui sont nées de ce point de départ, et qui se rapportent à l'intégration d'une fonction $f(x)$ possédant des discontinuités entre les limites de l'intégration; ce ne sont pas là des recherches de pure spéculation, car des problèmes simples en apparence, rencontrés notamment en Physique mathématique, y conduisirent naturellement. Après avoir traité tout d'abord, d'après Cauchy, le cas d'une fonction $f(x)$ qui a un nombre limité de discontinuités dans le champ de l'intégration, l'auteur termine le premier chapitre par l'étude, d'après Lejeune-Dirichlet et Lipschitz, du cas où les discontinuités sont en nombre illimité, mais forment un *ensemble* non *dense*. (Voir Borel, *Théorie des fonctions.*)

On aborde alors le cas où les points de discontinuité, en nombre infini, forment un ensemble dense : Riemann a donné de ce cas l'exemple classique de la fonction

$$\sum_{n=1}^{n=\infty} \frac{(nx)}{x^n} \quad (n \text{ entier}),$$

(nx) désignant la différence entre nx et l'entier le plus voisin; on en sait former beaucoup d'autres exemples. Riemann a étendu à de telles fonctions une définition de l'intégrale définie, tout à fait analogue à celle que Cauchy avait donnée pour les fonctions continues; M. Lebesgue, après avoir établi les propriétés essentielles des fonctions en question, notamment celles qui se rapportent à *l'oscillation* de la fonction, montre que, pour appliquer la définition de Riemann, il est nécessaire et suffisant que *l'oscillation moyenne* de la fonction intégrée soit nulle; il transforme cette condition de diverses manières, de façon à y mettre en évidence le rôle des discontinuités, à l'aide des notions de *groupe intégrable* et *d'ensemble de mesure nulle*; puis il étudie les propriétés de l'intégrale obtenue.

Puis, l'auteur ramène la définition de Riemann à une forme géométrique analogue à celle qui fut employée au début du Calcul intégral; pour cela, il attache aux ensembles numériques des nombres analogues aux longueurs, aires, volumes attachés aux segments, aux domaines plans et aux domaines de l'espace : il introduit les notions *d'ensemble mesurable* (suivant M. Jordan), de *domaine quarrable*, et donne une définition géométrique de l'intégrale, entièrement équivalente à la définition analytique de Riemann.

Le chapitre suivant traite des fonctions dites à *variation bornée* (M. Jordan) : elles sont intégrables au sens de Riemann; M. Lebesgue étudie leurs propriétés, montre que l'ensemble de leurs points de discontinuité est dénombrable, et applique ces fonctions aux courbes dites *rectifiables*; il donne la démonstration du fait établi par M. Jordan que, pour qu'une courbe soit rectifiable, il faut et il suffit que les coordonnées x, y, z du point mobile sur la courbe soient des fonctions à variation bornée d'un paramètre t; une courbe rectifiable est quarrable.

L'intégration riemanienne d'une fonction $f(x)$ donne une intégrale indéfinie qui, si $f(x)$ n'est pas continue pour $x=\alpha$, n'a pas forcément $f(\alpha)$ pour dérivée en ce point; on peut former ainsi des fonctions admettant un ensemble dense de points sans dérivée. L'intégration s'applique à des fonctions qui ne sont pas forcément des fonctions dérivées d'autres fonctions : telle, par exemple, une fonction toujours nulle, sauf pour $x=0$, et dont la primitive, si elle existait, devrait être continue et constante, par suite à dérivée nulle, même pour $x=0$. Par conséquent, les deux problèmes de la recherche de l'intégrale indéfinie et de la fonction primitive, considérés longtemps comme tout à fait identiques, ne le sont pas absolument.

Dans le chapitre sur la *recherche des fonctions primitives*, M. Lebesgue étudie diverses généralisations du problème des fonctions primitives et l'application à ces problèmes de l'intégrale indéfinie; il introduit pour cela les nombres *dérivés* (Dubois-Reymond), et il établit la condition pour qu'une fonction intégrable soit une fonction dérivée.

Après avoir remarqué qu'en pratique c'est presque toujours l'intégrale définie que l'on déduit de la fonction primitive obtenue tout d'abord, M. Lebesgue fait connaître certaines propriétés des séries uniformément convergentes de fonctions dérivées, qui permettent d'obtenir des primitives dans des cas étendus; il indique quelques caractères permettant de reconnaître qu'une fonction donnée n'est pas une fonction dérivée, et enfin il définit l'intégrale à l'aide des fonctions primitives, suivant Duhamel et Serret : cette définition n'est pas équivalente à celle de Riemann, car, de même qu'il existe des fonctions intégrables qui ne sont pas des fonctions dérivées, il existe aussi des fonctions dérivées (c'est-à-dire ayant une primitive) non intégrables au sens de Riemann; M. Lebesgue compare les intégrales de Duhamel et de Riemann.

Enfin, dans le dernier chapitre : *Les Fonctions sommables*, l'auteur propose de définir l'intégrale

$$\int_a^b f(x)\,dx$$

par l'ensemble de six propriétés caractéristiques communes aux diverses définitions précédemment étudiées de l'intégrale. L'ensemble de ces propriétés forme une définition *descriptive* de l'intégrale, d'où M. Lebesgue déduit une définition *constructive* équivalente : pour cela, il ramène le problème à l'intégration de certaines fonctions qui ne prennent que les valeurs 0 et 1, ce qui l'amène à la *mesure des ensembles*; il introduit la

notion de *fonction mesurable* et appelle fonction *sommable* toute fonction à laquelle s'applique la définition constructive de l'intégrale qu'il a obtenue : cette définition est l'analogue de la définition riemanienne; M. Lebesgue, poursuivant l'analogie, recherche une définition géométrique équivalente, puis il étudie, pour les fonctions qu'il considère, le problème des fonctions primitives et celui des courbes rectifiables.

Tel est le résumé, très superficiel, de cet important ouvrage, dont l'analyse détaillée dépasserait le cadre de la *Revue*; dans sa préface, M. Lebesgue recommande au lecteur l'étude préalable des livres de MM. Tannery et Borel sur la Théorie des fonctions, et de la seconde édition du traité classique de M. Jordan : nous y joindrions volontiers la thèse si remarquée dans laquelle M. Lebesgue apporta une importante contribution à l'étude de ces questions difficiles et délicates; le livre dont nous avons essayé de rendre compte éclaire ces problèmes d'un jour nouveau, et ne peut manquer de les mettre tout à fait en lumière.

M. Lelieuvre,
Professeur au Lycée et à l'Ecole des Sciences de Rouen.

Schœller (A.), *Ingénieur des Arts et Manufactures, chef-adjoint des Services commerciaux des Chemins de fer du Nord.* — **La Locomotive compound.** — *1 brochure in-4° de 20 pages avec une planche coloriée à feuillets découpés et superposés. Schleicher frères, éditeurs. Paris*, 1904.

Cette grande plaquette est la description concise, mais claire, d'une machine locomotive compound à grande vitesse, réunissant les plus récents perfectionnements : système de construction à quatres cylindres conjugués, emploi d'un dispositif de démarrage permettant l'arrivée simultanée de la vapeur aux quatre cylindres, accouplement des essieux moteurs, report du second essieu moteur à l'arrière du foyer et addition, à l'avant de la locomotive, d'un boggie mobile à deux essieux.

Cette description est accompagnée d'une planche coloriée à feuillets découpés et superposés. Ce mode de représentation a l'inconvénient, déjà signalé, de ne pas toujours donner une bonne idée de l'enchevêtrement des parties; il aidera cependant, pensons-nous, mieux que des coupes détachées, à donner au lecteur une idée du mécanisme si complexe de la locomotive moderne.

2° Sciences physiques

Vasilesco Karpen (M. N.), *Ingénieur des Ponts et Chaussées de l'Etat Roumain.* — **Recherches sur l'effet magnétique des corps électrisés en mouvement.** *Thèse de la Faculté des Sciences de Paris. — Gauthier-Villars, éditeur, Paris*, 1904.

M. Vasilesco Karpen a entrepris ses recherches au moment où les physiciens étaient émus du résultat des expériences de M. Crémieu, résultat qui semblait inconciliable avec l'une des conséquences des théories électriques actuelles, l'effet magnétique des corps électrisés en mouvement. Aussi a-t-il plutôt cherché à mettre hors de doute l'existence de cet effet, par des expériences où cet effet fût grand, qu'à le mesurer avec précision; ses expériences quantitatives sont cependant assez précises pour montrer que l'effet magnétique, non seulement existe, mais est tout à fait de l'ordre de grandeur prévu par la théorie.

Jusqu'en 1900, tous les expérimentateurs qui avaient cherché à vérifier l'effet magnétique des courants de convection avaient utilisé l'action directe sur un équipage magnétique. M. Crémieu s'était adressé, sur les conseils de M. Lippmann, aux effets d'induction des courants de convection, produits ou supprimés brusquement. Un interrupteur permettait d'envoyer dans un galvanomètre sensible les courants induits de même sens : or, les déviations n'avaient été que de l'ordre du dixième des déviations prévues, leur sens même ne coïncidant pas d'une manière systématique avec le sens prévu. Dans des expériences du même genre, M. Pender avait obtenu, au laboratoire de Rowland, des résultats positifs. Les deux physiciens, travaillant ensemble, vérifièrent leurs résultats respectifs, et pensèrent avoir trouvé la cause de leur divergence dans ce fait que les conducteurs chargés de M. Pender étaient nus, tandis que ceux de M. Crémieu étaient recouverts de couches minces de caoutchouc. J'ai rappelé ces expériences parce qu'elles sont intimement liées à celles de M. Karpen.

Ce physicien a utilisé aussi des effets d'induction, mais en employant, au lieu de courants de convection interrompus, des courants de convection alternatifs, la charge étant effectuée par courant alternatif; les phénomènes d'induction sont ainsi réguliers et facilement calculables; de plus, on peut accorder le système induit avec le courant inducteur et obtenir, par résonance, des effets aussi intenses que possible. La source de courant alternatif est le secondaire d'un transformateur, dont le primaire est alimenté par le courant alternatif du secteur. Le courant induit produit est redressé par un commutateur redresseur, qui est évidemment le point délicat du dispositif; ce courant redressé est mesuré par un galvanomètre à cadre mobile. Le conducteur chargé était, soit un disque de papier d'étain sur ébonite faisant jusqu'à 850 tours par minute, soit des disques d'aluminium faisant jusqu'à 1.400 tours.

Les expériences peuvent être divisées en trois catégories : expériences qualitatives, vérification de la proportionnalité du courant de convection au courant induit, et expériences quantitatives. C'est aux deux premières que l'auteur semble avoir donné tous ses soins; aussi est-ce seulement pour mémoire que j'indique les résultats de ses trois séries d'expériences quantitatives, qui donneraient comme valeurs de v : $2{,}7.\ 10^{10} — 3{,}5.\ 10^{10} — 2{,}9.\ 10^{10}$. Quant aux résultats des deux premières séries d'expériences, ils sont tout à fait favorables à l'assimilation des courants de convection aux courants ordinaires.

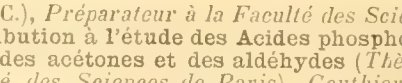
Le résultat des expériences de M. Crémieu a naturellement conduit M. Karpen à reprendre ses propres expériences en recouvrant son disque d'une couche d'un diélectrique (caoutchouc, gomme-laque); or il a retrouvé alors le même résultat qu'avec le disque nu; il pense donc que les résultats négatifs constatés par MM. Crémieu et Pender dans celles de leurs expériences où le disque en mouvement était recouvert de caoutchouc proviennent non pas directement, comme ces physiciens le croient, du rôle du diélectrique, mais sans doute de ce que l'effluve se produit, aux potentiels employés, entre les faces en regard des diélectriques qui couvrent le disque et les armatures qui l'entourent; cet effluve aurait pour résultat de charger ces faces de couches d'électricité vraie égales à celles du disque et des armatures, et de signes contraires; la charge totale du disque serait alors nulle et l'effet magnétique par suite nul. Le rôle général des diélectriques, encore mal connu, est étudié, à cette occasion, dans le travail de M. Karpen.

Ce travail est intéressant tant par le principe des expériences que par la façon dont ont été surmontées de grandes difficultés expérimentales. Ces difficultés étaient augmentées par les conditions mécaniques et magnétiques de la Sorbonne, située en plein Paris, au milieu de voies fréquentées et de canalisations électriques; les mêmes conditions défectueuses se retrouvent, souvent plus défavorables, dans la plupart des Facultés de province, et rendent bien difficiles, pour ne pas dire impossibles, certaines recherches de précision; il est à désirer que les laboratoires de Physique qu'on construira soient établis dans des endroits bien choisis, quitte à les séparer — malgré les inconvénients — des autres services scientifiques.

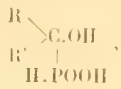
Ch. Maurain,
Professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Rennes.

Marie (C.), *Préparateur à la Faculté des Sciences.* — **Contribution à l'étude des Acides phosphorés dérivés des acétones et des aldéhydes** (*Thèse de la Faculté des Sciences de Paris*). *Gauthier-Villars et Cie, éditeur. Paris*, 1904.

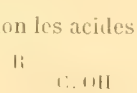
On sait, d'après les recherches de Ville, que les aldéhydes se condensent avec l'acide hypophosphoreux pour donner des combinaisons du type :



M. Marie a effectué la même condensation avec les cétones; il a obtenu les acides de la forme :

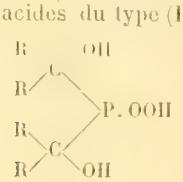


donnant par oxydation les acides :

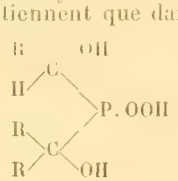


dont il a préparé un très grand nombre de dérivés : sels, éthers, dérivés acétylés et benzoylés.

Les acides du type (I) ne s'obtiennent que dans un



(I)



(II)

seul cas, celui de la propanone; par contre, les acides mixtes (II) s'obtiennent aisément. M. Marie termine en nous donnant deux bonnes méthodes de dosage du phosphore dans les composés organiques.

En résumé, ce travail complète très heureusement celui de Ville, et il éclaircit complètement la question; si, au point de vue théorique, on peut lui reprocher de manquer d'envergure, du moins doit-on rendre à l'auteur le mérite d'avoir résolu bon nombre de grosses difficultés expérimentales.

G. Blanc,
Docteur ès sciences.

3° Sciences naturelles

Fraser (Malcolm A. C.). — **Western Australian Year-book**, *for* 1900-01 (*en* 2 *volumes*). — *Tome Ier*, 1 *vol. in-8° de* 490 *pages. Alf. Watson, editor. Perth*, 1904.

Comme la Colombie britannique, l'Australie occidentale publie un Annuaire méthodique, qui présente l'exposé de toutes les questions touchant la géographie physique, l'histoire, l'administration, la mise en valeur de la colonie. Cet ouvrage, sans cesse augmenté et mis à jour (l'édition pour 1900-01 est la douzième), a fini par constituer une sorte de monographie du pays, d'un intérêt et d'une utilité véritables. Il se recommande aux géographes par le fait que les chapitres consacrés aux sciences naturelles ont été rédigés par des spécialistes, à la fois d'après leurs propres travaux et d'après les observations précédentes les plus marquantes; l'ensemble peut être ainsi considéré comme donnant l'état des connaissances pour toute la moitié occidentale du continent australien.

La carte-frontispice porte des indications qui sont à retenir. Le tracé des itinéraires d'explorateurs à l'intérieur du pays montre que les principales lacunes dans la découverte sont celles qui existent encore au S.-E., dans la région traversée par E. Giles en 1875, et à l'E., dans la partie du désert située au N. du tropique, que D. W. Carnegie a parcourue en 1896-97. Le figuré du relief, quoique insuffisamment accentué, se recommande par le fait qu'on en a soigneusement banni les hypothèses. On voit enfin ressortir sur cette carte l'étendue considérable des champs d'or (principalement dans le centre S.-O. de l'Etat), la place exiguë, au contraire, occupée par la zone agricole, et l'état d'avancement du railway qui rattache Perth à la région de Coolgardie (il avait été poussé, en 1901, de Kalgoorlie, par Menzies, jusqu'à une distance de plus de 200 milles au N.-E., à Laverton).

La première partie de l'Annuaire est historique. Elle expose d'abord, d'une manière commode, la découverte et l'histoire proprement dite de la colonie, depuis l'arrivée des Portugais, en 1511-1529, jusqu'à l'établissement des premiers convicts et colons anglais, en 1825 et 1829. Elle décrit les conditions de cet établissement. Elle passe en revue les événements historiques, depuis 1825 jusqu'à la découverte des gisements aurifères de Coolgardie (août 1892), et l'exposition de Perth, qui révéla, en mars 1899, la nature, plus variée qu'on ne le supposait, des ressources de l'Australie occidentale. Les deux chapitres les plus utiles pour le géographe, dans cette partie du livre, sont l'histoire des explorations et celle des découvertes minérales. Les premières de ces découvertes eurent lieu en 1842 (cuivre et plomb), puis on trouva du charbon en 1846, de l'or en 1852, en 1870, en 1884-1885 (district de Kimberley). Ce fut le « rush », commencé en 1886, qui amena la reconnaissance progressive des champs d'or de l'intérieur.

La seconde partie est consacrée à la géographie physique, et c'est celle qui nous retiendra le plus. Les deux chapitres de tête intitulés « Conditions physiques » et « Géographie » ne sont qu'une insipide nomenclature, que la carte-frontispice aurait dû permettre d'éviter. Mais le chapitre III (« Traits essentiels de la Géologie ») offre un grand intérêt. Il est dû à M. Gibb Maitland, géologue du Gouvernement, et présente, sous une forme très scientifique, l'état actuel des connaissances sur ce sujet. J'en ai retenu : la description des roches anciennes du S.-O. : argiles, grès, quartzites (à or), granites et gneiss, plissées N.-S.; celle des terrains carbonifères de Kimberley, riches en hématite; celle des grottes de la région S.-O., creusées dans l'argile schisteuse. Les dépôts jurassiques et crétacés de l'intérieur paraissent avoir une grande puissance (jusqu'à 1.100 pieds pour les derniers). Les roches volcaniques du district de Kimberley sont d'âge indéterminé.

L'étude du climat est également très complète, et accompagnée de tableaux et d'une carte intéressante. Le maximum des pluies est au Sud-Ouest (97,5 cm. sur la côte) et dans la zone littorale de Kimberley. Les pluies, à Perth et dans la région du Sud, ont leur maximum en hiver (début : fin avril, mai), et ce régime « méditerranéen » s'oppose à celui des pluies tropicales d'été, qui règnent au Nord (de fin novembre à fin mars). On est étonné de trouver intercalée à cette place la liste des villes et principaux centres de population, d'après les résultats du recensement de 1901. C'est un des accidents de composition qui montrent que la méthode du livre pourrait être plus rigoureuse. Après Perth (27.555 hab.), la principale ville est le port de Freemantle (14.710), et l'on remarque que Kalgoorlie (6.650) a maintenant dépassé Coolgardie (4.250) et Albany (3.600). Le chapitre suivant, peu à sa place lui aussi, expose les différentes hypothèses sur l'origine ethnique des indigènes australiens (descendance noire, par croisement avec des Malais negritos, etc.), et étudie leurs caractéristiques. Nous trouvons ensuite le catalogue des espèces animales et végétales de la colonie; il fait ressortir le caractère en grande partie endémique de ces espèces, et insiste d'une manière intéressante sur les raisons géographiques qui expliquent la forte proportion de végétaux épineux dans l'Australie occidentale. Les ressources forestières sont étudiés séparément, et les arbres utiles décrits et localisés; ce sont en grande majorité des eucalyptus, le « jarrah » (*Eucalyptus marginata*), des forêts du Sud-Ouest; le « karri »

Eucalyptus diversicolor), l'arbre géant du pays, qui peut atteindre jusqu'à 200 pieds de haut; plusieurs variétés d'eucalyptus fournissant de la gomme. Enfin, un intéressant aperçu des conditions de la pêche côtière (perles, etc.).

Les deux dernières parties, le « Gouvernement », les « Travaux Publics et Institutions », exposent comment l'Australie Occidentale est entrée dans le Commonwealth australien, fondé en janvier 1901 (le « pool » a donné une majorité de plus de 24.000 voix pour), et dans quel esprit sont conduites les opérations de mise en valeur. La constitution coloniale, fixée en 1889, a favorisé dans une large mesure l'organisation locale du « self-governement », l'amélioration des ports (Freemantle surtout), et les travaux de forage ou d'adduction, pour fournir d'eau les régions aurifères. Développement des relations extérieures, et efforts pour rendre la vie supportable dans les pays arides du centre : telles sont bien les deux conditions d'où dépendent l'avenir de la colonie.

J. Machat,
Professeur au Lycée de Bourges.

Gard (M.). — **Etudes anatomiques sur les Vignes et leurs Hybrides artificiels.** (*Thèse de Doctorat de l'Université de Bordeaux*). — 1 *broch. in-8° de* 135 *pages avec* 30 *fig. dans le texte. Imp. J. Durand, Bordeaux*, 1904.

Il est souvent question d'hybrides en Botanique. Certains floristes trouvent-ils dans la Nature des plantes phanérogames ou cryptogames vasculaires ne répondant pas complètement à la description de ce qu'ils considèrent comme le type de l'espèce, tout de suite ils songent à une origine bâtarde et voient un métis ou un hybride dans la forme intermédiaire qui s'offre à eux. On sait positivement, d'ailleurs, que la fécondation peut être réalisée entre certaines espèces congénères et qu'il en résulte des formes nouvelles, le plus souvent stériles, incapables, par conséquent, de se perpétuer par semis. Suivant E.-G. Camus, des hybrides ont été signalés dans 354 genres sur un peu plus de 1.200 que comprend la flore européenne. Il convient de reconnaître que la plupart de ces prétendus hybrides sont hypothétiques, que leur origine n'a pas été démontrée par l'expérience et que la science ne peut tenir un compte sérieux des suppositions formulées à leur sujet. Il est possible que, dans des groupes mal définis, mal fixés, en voie d'évolution, comme on en connaît parmi les Phanérogames, on prenne pour hybrides des formes intermédiaires reliant deux espèces plus ou moins fixées.

M. Bornet a produit expérimentalement des hybrides de Cistes; il a réalisé, sur les espèces de ce genre et sur leurs proches voisins, les Hélianthèmes, plus de 3.000 fécondations artificielles, qui ont abouti à 234 combinaisons différentes; elles ont présenté des phénomènes assez imprévus pour qu'on en déduise la nécessité d'interpréter avec beaucoup de prudence les faits soupçonnés dans la Nature. Les problèmes de l'origine de l'évolution et de la descendance possible des hybrides sont, en somme, beaucoup moins faciles à résoudre qu'on ne semble le croire parfois.

Les hybrides si communément réalisés par les horticulteurs, et dont la production a révolutionné la floriculture, ne nous fournissent-ils pas les éléments de la solution de ces problèmes? Non. Lorsqu'il est question d'hybrides en horticulture, on entend sous ce nom le produit, fertile ou non, de la fécondation croisée entre plantes de variétés, de races, d'espèces ou de genres différents; c'est un sens large que la science exacte ne saurait admettre. Pour l'adopter, l'horticulture a une raison valable : c'est qu'il est impossible, le plus souvent, d'établir la paternité d'une plante issue d'une fécondation croisée, ayant acquis, par suite de cette origine, des caractères particuliers. Il suffit à l'horticulteur que ces caractères nouveaux rendent *recommandable* la forme obtenue. En fait, c'est le plus souvent de métis qu'il s'agit. Il faudrait, pour tirer profit des efforts réalisés par d'éminents horticulteurs, que des biologistes connaissant très bien les espèces, rompus en même temps aux méthodes délicates de la technique, pussent suivre de très près les opérations réalisées par les plus habiles praticiens. Certains grands établissements d'Hyères, de Lyon, de Nancy, des environs de Paris sont les laboratoires où les savants pourraient songer à poser et à résoudre peut-être les multiples problèmes que soulève l'histoire et l'évolution des hybrides.

L'Université de Bordeaux présente, à cet égard, des avantages exceptionnels, grâce aux longs efforts de Millardet. Sollicité par les besoins de la viticulture, ce savant a consacré vingt années à produire des hybrides de vigne et à les étudier. Il a réussi à croiser 15 espèces du genre *Vitis*; fait très important, ces vrais hybrides sont féconds; les vignes se comportent de la même manière dans la Nature. Millardet a poursuivi cette étude avec une grande rigueur; il a distingué les hybrides de première génération et classé méthodiquement les produits du croisement de ces hybrides entre eux. Grâce aux nombreux matériaux, d'une authenticité absolue, conservés au Jardin botanique de Bordeaux et dans les champs d'expériences où ils ont été produits, M. Gard a pu chercher à déterminer la part des influences paternelle et maternelle dans les hybrides de vigne et serrer le problème de plus près qu'on avait pu le faire jusque là.

Il y a lieu de se demander si les caractères, spécifiques ou non, se transmettent sans modifications ou s'ils sont plus ou moins modifiés par le croisement, si les parents ont ou n'ont pas la même influence dans l'édification des tissus de la plante hybride et si tous les tissus se comportent d'une manière identique à cet égard. Tous les caractères sont-ils héréditaires au même degré? Y a-t-il à ce sujet des variations dépendant du rôle sexuel? Des caractères nouveaux ne peuvent-ils pas résulter dans l'hybride du conflit de deux protoplasmes et de deux noyaux différents? Enfin est-il possible, étant donné un hybride, de déterminer, par l'analyse seule des caractères anatomiques, le rôle sexuel qu'ont eu les parents dans sa formation?

On s'est beaucoup préoccupé depuis quelques années de rechercher comment et dans quelle mesure les caractères des parents se transmettent aux produits du croisement. On a remis en lumière les conclusions formulées en 1866 par G. Mendel, conclusions très précises, dans lesquelles on voit volontiers une *loi* réglant l'hérédité chez les hybrides. Il serait prématuré d'affirmer que la *loi de Mendel* est justifiée : mais un certain nombre de faits semblent lui donner raison.

Les hybrides de vignes offrent pour cette étude un grand avantage; c'est que, grâce à leur fécondité si remarquable, ils peuvent donner lieu à des combinaisons de plus en plus complexes, à des hybrides dits à trois quarts de sang, à des hybrides ternaires, quaternaires, etc. Rechercher quelle part revient à chaque espèce dans la structure de ces hybrides d'hybrides, voir s'il est possible de déceler l'intervention de celles qui n'y entrent que pour un quart, un huitième, ce sont là des questions qui n'avaient pu encore être envisagées et que M. Gard s'est efforcé de résoudre.

C'est à la tige surtout qu'il demande la solution, après avoir reconnu quels caractères de la structure intime peuvent être utilement comparés.

Dans sa monographie des Ampélidées, J. E. Planchon a divisé le genre Vigne en 7 séries d'une manière conventionnelle et arbitraire, tant il lui parut impossible de grouper ces plantes d'après les caractères extérieurs de la fleur et de l'appareil végétatif. C'est dans ce cas précisément qu'il faut avoir recours à la structure intime. M. d'Arbaumont l'a fait; M. Gard propose, à son tour, une diagnose anatomique des espèces qui l'intéressent, de celles qui ont été l'objet essentiel des travaux de Millardet. Il résulte de cette double tentative qu'une espèce parfaitement caractérisée dans son

aspect extérieur peut l'être moins dans sa structure intime; c'est le cas du *Vitis rupestris*, si bien délimité par l'aspect de ses feuilles, leur taille, le port de la plante, etc. L'inverse a lieu : le *Vitis Labrusca* n'est pas sans analogie avec le *V. vinifera*; mais les particularités de structure de la feuille éloignent ces deux espèces.

L'étude des hybrides binaires (de première génération) conduit l'auteur aux résultats suivants : Les hybrides inverses A×B et B×A ne sont pas identiques si l'on considère la constitution de leurs tissus; ils sont inverses, c'est-à-dire que, si l'on intervertit le rôle sexuel des espèces, celle qui était prépondérante dans une certaine catégorie de tissus ou de régions anatomiques dans un cas, l'est dans une catégorie différente dans l'autre, et réciproquement. L'oosphère et la cellule mâle d'une même espèce, non seulement ne produisent pas des effets identiques, mais produisent des effets généralement opposés dans la production des hybrides. Dans la majorité des cas, les éléments sexuels agissent chacun dans un sens déterminé et influencent chacun certains tissus, certaines régions. Dans l'ensemble, l'action du père est plus considérable, plus importante que celle de la mère. Ces résultats concordent avec ceux que fournit la morphologie externe. D'après Millardet, l'influence prépondérante du père est presque toujours manifeste dans l'ensemble des caractères extérieurs et des propriétés de la plante hybride. Les caractères sont transmis sans modifications; il est très rare qu'on observe chez les hybrides binaires des caractères intermédiaires entre ceux des parents; les caractères transmis sont juxtaposés et ne sont pas fusionnés.

Les hybrides à trois quarts de sang soulèvent des problèmes dont la solution n'est possible que par l'étude de tous les produits obtenus par l'hybridation. Or, les hybrides de vignes ont été soumis à une sélection rigoureuse; beaucoup ont été rejetés dès qu'il a été constaté qu'ils n'offraient pas les qualités requises par la viticulture. Il semble, d'après un petit nombre d'observations, que la détermination de la plante qui entre pour un quart dans un de ces hydrides à trois quarts de sang, soit subordonnée au nombre et à l'importance de ses caractères spécifiques.

Dans les hybrides ternaires, l'espèce qui entre pour la moitié a, naturellement, une influence beaucoup plus grande que celles qui y figurent pour un quart; cette influence est à peu près la même, que ce composant joue le rôle de mère ou celui de père dans la deuxième fécondation.

Quant aux hybrides quaternaires, l'analyse microscopique ne suffit pas, en général, pour en déterminer tous les composants; peut-être pourrait-on y arriver en analysant tous les caractères. Lorsque l'un des composants entre pour la moitié dans la constitution d'un hybride quaternaire, il est de beaucoup prépondérant, comme on peut le prévoir *a priori*, et il est difficile, peut-être souvent impossible de déceler la présence des composants qui n'y participent que pour un huitième.

On donne le nom de *faux hybrides* aux plantes qui, provenant d'un croisement effectué normalement, ressemblent parfaitement à l'un ou à l'autre des deux parents, sans offrir jamais une réunion des caractères de deux espèces croisées. On ne connaît que de faux hybrides dans le genre Fraisier; Millardet en a obtenu deux au moins au cours de ses expériences. Ces faux hybrides confirment les faits observés chez les hybrides inverses; mais les observations ne sauraient être généralisées sur un aussi petit nombre de faits.

Certaines vignes spontanées, d'origine américaine, ont été déterminées comme hybrides par Millardet. Il a cherché à établir quels en sont les composants, d'après les caractères extérieurs de la fleur et de la feuille. Il n'était pas sans intérêt de voir si l'analyse microscopique de la tige donne les mêmes résultats et si elle est suffisante pour déterminer les composants de ces hybrides; elle l'est dans la majorité des cas, mais peut-être pas toujours, à cause de la faible caractérisation de quelques espèces.

Ajoutons que les caractères spécifiques sont, en général, plus importants dans la feuille que dans la tige; il y a donc lieu de l'étudier avec soin lorsqu'on recherche l'origine des hybrides.

En somme, grâce à la disjonction des caractères anatomiques, il est possible de déterminer comme tel un hybride de vigne, de spécifier ses composants, sauf restrictions faites pour les hybrides complexes. L'anatomie peut venir en aide à la morphologie externe et lever l'incertitude où peut laisser l'observation des caractères externes sur la vraie nature d'une plante.

Le rôle prépondérant du père a des conséquences pratiques intéressantes. Ce rôle prépondérant se manifeste surtout dans les tissus les plus vivants, les plus actifs de la tige à la fin de la végétation, dans ceux qui produisent des racines adventives au bouturage, qui déterminent l'union des tissus d'individus différents au greffage. Cela explique aussi que, lorsque, dans un croisement entre la vigne européenne et une vigne américaine résistante au phylloxéra, cette dernière joue le rôle de père, la résistance est plus certaine et beaucoup plus marquée que dans le cas inverse.

On le voit, M. Gard a réuni, avec une critique attentive, de nombreuses observations sur un sujet particulièrement délicat. Les hybrides dont il a la collection sous la main n'ont pas révélé tous leurs secrets. Puisse-t-il à la fois poursuivre l'œuvre du regretté Millardet et la faire de plus en plus sienne, en étendant ses recherches à de nouvelles séries de plantes! Ce sont là d'excellents sujets de recherches, auxquels les jeunes peuvent se consacrer avec confiance, car ils ont l'avenir devant eux; M. Gard y réussira, pour peu qu'aux qualités dont il fait preuve, il joigne la patience qu'exigent des *expériences à longue échéance*.

C. Flahault,
Professeur à l'Université de Montpellier.

Larguier des Bancels (J.). — **De l'Influence de la température extérieure sur l'Alimentation. Recherches expérimentales sur le Pigeon.** — 1 *vol. de* 155 *pages. Masson et Cie, editeurs, Paris*, 1904.

Dans ce travail, l'auteur s'est proposé d'étudier l'influence de la température extérieure sur les besoins de l'organisme. Un chapitre d'introduction, concis, mais substantiel, y est consacré à l'examen critique des méthodes auxquelles on a demandé la solution du problème, et des résultats souvent contradictoires qu'ont fournis les divers procédés de calorimétrie : c'est à la calorimétrie indirecte qu'il faut, en l'état actuel, donner la préférence.

Les recherches personnelles de M. Larguier des Bancels ont porté sur deux points principaux : 1° sur le besoin total d'énergie; 2° sur le besoin d'albumine. Elles montrent d'abord que le pigeon, libre de régler son alimentation, est capable de maintenir à un niveau remarquablement fixe le poids de son corps, quelle que soit la température du milieu où il est placé. Mais le taux de la ration spontanément adoptée par l'oiseau varie avec la température. La consommation journalière est d'autant plus forte que la température est plus basse. Nous voyons, par exemple, qu'elle présente un minimum à 27°,1 et un maximum à 8°,8. Les valeurs du minimum sont de 15 gr. 86 de blé chez un pigeon, de 11 gr. 57 chez un autre : les valeurs du maximum de 23 gr. 08 chez le premier et de 21 gr. 33 chez le second. Des différences inférieures à 1° exercent déjà une influence manifeste. Toutefois, si la consommation varie avec la température moyenne, elle paraît indépendante des écarts entre les températures extrêmes de la journée. En outre, l'adaptation au milieu thermique exige un certain temps; placé dans des conditions nouvelles, l'oiseau tend à conserver pendant les premiers jours le régime qu'il avait adopté dans la période précédente.

Comme le poids de l'animal reste sensiblement constant, les apports représentent donc la ration d'équilibre, c'est-à-dire qu'ils couvrent exactement les besoins de l'organisme. Ils peuvent, par conséquent, être considérés comme équivalents aux dépenses, et, pour mesurer celles-ci, il suffit de déterminer exactement la valeur calorifique de la ration et de la rapporter à l'unité de surface du corps de l'animal. Ce calcul montre que les dépenses, c'est-à-dire, puisque l'animal est au repos, les pertes de chaleur, sont d'autant plus considérables que l'excès de la température propre du corps sur la température ambiante est plus grand.

Dans une autre partie de son travail, l'auteur envisage la grandeur du besoin d'albumine et se demande si elle varie aussi avec la température. Des recherches instituées à cet effet, il résulte que le pigeon qui s'alimente librement ne réussit à conserver le poids initial de son corps, même pendant un temps très court, que s'il trouve dans sa ration un certain minimum d'albumine. Mais ce minimum est variable. Un apport d'azote déterminé, qui permet à l'oiseau de réaliser l'état d'entretien quand la température est basse, devient insuffisant quand la température est élevée; dans ce dernier cas, l'animal maigrit rapidement, bien que l'apport brut de calories couvre largement les dépenses. La perte de poids ne saurait, d'autre part, être attribuée à une destruction de l'albumine du corps, puisqu'il n'y a pas plus d'azote éliminé qu'il n'en est ingéré; ce qui prouve en même temps que l'équilibre azoté n'est pas nécessairement le signe de l'équilibre total. Si le besoin d'albumine n'est pas identique à toute température, il ne faudrait pas en chercher l'explication dans une utilisation plus ou moins parfaite de ce principe alimentaire, car, si l'on isole dans les excréments de l'oiseau le résidu échappé à la digestion, on trouve que la résorption de l'albumine paraît indépendante de la température extérieure.

Ce n'est pas seulement la température, mais aussi la nature de l'alimentation qui influe sur le besoin d'albumine : celui-ci est moindre dans un régime à base d'hydrocarbonés que dans un régime à base de grain. Il y aurait peut-être lieu de substituer à la notion d'un minimum azoté unique, tant discuté, celle de minima multiples, variables avec les conditions dans lesquelles l'organisme se trouve placé.

L'auteur touche enfin incidemment à la doctrine de l'isodynamie : à l'appui de l'opinion soutenue par Rubner, il note le fait que le pigeon est capable de subvenir à une dépense donnée de chaleur en prélevant spontanément sur des aliments de nature très différente (tels que le blé et le colza, dont l'un est riche en hydrates de carbone et l'autre en graisse) des rations sensiblement isodynames.

Les documents recueillis par M. Larguier des Bancels, d'après des expériences soignées et bien conduites, apportent, comme l'on voit, une contribution importante à l'étude d'une question d'un haut intérêt, celle de la grandeur des échanges nutritifs en fonction de la température extérieure, chez l'animal homéotherme.

E. Wertheimer,
Professeur de Physiologie
à la Faculté de Médecine de Lille.

4° Sciences médicales

Bernheim (Dr), *Professeur à la Faculté de Médecine de Nancy*. — **Conception du mot « hystérie ». Critique des doctrines actuelles.** — 1 *brochure in-8° de 48 pages. Extrait de la* « Revue Médicale de l'Est ». (*Prix* : 1 *fr.* 50.) *Doin, éditeur. Paris*, 1904.

L'hystérie, qui, jusque vers le milieu du siècle dernier, avait été considérée comme un mal indéfinissable, acquit, à la suite des travaux de Charcot et de l'Ecole de la Salpêtrière, une place capitale et nettement délimitée parmi les maladies nerveuses.

Depuis quelques années cependant, la conception nosographique de Charcot semble sujette à révision. Une extension fâcheuse a fait attribuer à l'hystérie tous les troubles nerveux dont la cause organique nous échappe. Par là s'est tellement étendu le domaine de la grande névrose que ceux-là mêmes qui ont le plus contribué à la faire connaître ont senti le besoin de restreindre les applications du mot « hystérie ».

C'est ainsi que M. Babinski a demandé, il y a trois ans, à la Société de Neurologie de Paris, de nommer une Commission chargée de définir l'hystérie. M. Babinski a proposé lui-même une définition, au sujet de laquelle la discussion est encore pendante. Le travail de M. Bernheim est donc tout à fait d'actualité.

Désireux, lui aussi, de voir se préciser la signification du mot « hystérie », il propose de le réserver uniquement aux phénomènes convulsifs de la névrose. Il signale, à juste titre, l'abus qu'on a fait de ce mot, et constate qu'aujourd'hui l'hystérie est devenue le « protée » qu'on lui reprochait d'être avant les travaux de la Salpêtrière. L'hystérie, en effet, est censée pouvoir simuler toutes les maladies.

Après Lasègue, nombre d'auteurs, M. Grasset entre autres, ont déclaré qu'il fallait renoncer à donner une définition de l'hystérie. M. Bernheim déclare catégoriquement que « l'hystérie n'est pas une maladie ».

Selon lui, on fait rentrer dans la description classique de l'hystérie, d'une part les crises convulsives, d'autre part les manifestations qui s'y associent ou les remplacent. Or, les crises ne sont que l'exagération d'un phénomène habituel d'ordre psycho-physiologique. Chacun, par exemple, réagit à sa façon sous l'influence de la colère, de la frayeur, etc. Tel suffoque, tel autre tremble : crises hystériques en miniatures. Celui-ci demeure interdit : esquisse de la stupeur hystérique. Celui-là est figé par l'émotion : ébauche de catalepsie hystérique. Un dernier enfin divague, vocifère : ébauche de délire hystérique. La crise hystérique ne serait, en somme, qu'un mode de réaction hors de proportion avec la cause génératrice. L'hystérie ne serait pas une névrose primitive, mais un *réflexe* émotif, — rien de plus, — survenant chez un sujet apte à exagérer certaines réactions psychophysiologiques.

On a décrit, dans l'hystérie, des troubles de la sensibilité auxquels on a attribué la valeur de stigmates pathognomoniques. Pour M. Bernheim, les anesthésies, les hyperesthésies, les douleurs dites hystériques sont, ou bien créées de toutes pièces par les malades, ou bien reliées à des lésions insignifiantes; mais ces stigmates ne sont pas propres aux seuls hystériques. Et il interprète de même les stigmates moteurs (paralysies, tremblements, contractures, etc.), ainsi que les stigmates mentaux (amnésie, aboulie, perturbations du caractère), et les troubles viscéraux, solitaires ou associés, appelés « hystéries viscérales ». Les phénomènes connus sous le nom de « toux hystérique, aphasie hystérique, dyspnée hystérique, vomissements hystériques, hoquet hystérique, anorexie hysterique », etc., se rencontrent chez des sujets qui présentent une impressionnabilité spéciale de certains organes; ils peuvent s'accompagner ou non de crises d'hystérie. Ce sont des phénomènes d'auto-suggestion ou de suggestion, des phénomènes psychiques; mais ils n'ont rien de commun avec la crise convulsive.

Beaucoup d'hystérisables sont suggestibles; mais tous les phénomènes de suggestion ne sont pas hystériques, car l'immense majorité des suggestibles n'est pas hystérisable. En somme, conclut M. Bernheim, il faut réserver le nom d'hystérie à la seule crise convulsive.

Cette formule : « l'hystérie n'est pas une maladie, c'est un réflexe » est séduisante par sa simplicité. L'auteur a su la défendre avec talent, en puisant dans des observations innombrables des arguments de valeur. Il a eu grandement raison de signaler les abus qu'on a fait du mot « hystérie ». Mais, en réduisant son application aux seuls phénomènes convulsifs, n'est-il pas tombé dans l'excès contraire? Ainsi comprise, l'hystérie n'est certainement qu'un réflexe ; mais ce réflexe

n'est-il pas un réflexe *morbide?* Et l'hystérie, même réduite à des manifestations convulsives, n'est-elle pas encore et quand même une maladie?... Simple question de mots, il est vrai. Mais c'est précisément là que gît la difficulté de définir l'hystérie. Et il ne semble pas que cette difficulté soit enfin vaincue.

Dr Henri Meige.

5° Sciences diverses

Snyder (Carl). — **New Conceptions in Science.** — 1 *vol. in-8° de* 361 *pages. Harper and Brothers, éditeurs, Londres et New-York*, 1904.

L'absence de tout titre accompagnant le nom de l'auteur donne à penser qu'il n'est point attaché à quelque grand Etablissement universitaire ou à des fonctions publiques du ressort de la science; au surplus, la lecture de son ouvrage confirme cette première déduction, en montrant qu'il n'est pas spécialiste, qu'il n'a pas cantonné son esprit dans un domaine particulier de la recherche scientifique. M. Snyder est fort probablement un publiciste ayant beaucoup lu, beaucoup voyagé, vu nettement une foule d'aspects divers, établi maintes comparaisons, et traduisant le fruit de son expérience avec une liberté d'allures, une énergie d'expression, une indépendance de jugement, en même temps qu'avec un coloris bien faits pour charmer le lecteur. Les impressions qu'il ressent sont vives, et il les expose de même; il distribue l'éloge avec enthousiasme et la critique avec conviction; et, pour rendre son livre plus vivant, il l'orne d'excellents portraits des hommes dont il analyse l'œuvre ou dans la pensée desquels il nous fait pénétrer.

Les sujets abordés par l'auteur sont des plus divers, sans lien bien apparent entre eux, sinon qu'ils répondent à des préoccupations actuelles, et qu'ils sont choisis de manière à laisser une marge très large à l'imagination. Ils forment cependant une sorte de progression, commençant par un avant-propos sur les *Relations de la Science et du Progrès*, et se terminant par un réquisitoire sous le titre : *La position inférieure de l'Amérique dans le monde scientifique.* Entre deux, de très suggestives études, telles que : *Le Monde au delà de nos sens, Ce qui constitue notre Monde, Recherche de la matière primitive, Le développement de la Chimie synthétique et son fondateur, Comment le corps humain combat la maladie*, pour ne citer que les articles les plus saillants.

Dans l'Introduction, l'auteur trace une image très saisissante de la culture égyptienne et de la science grecque, et montre combien, dans ces temps reculés, la méthode scientifique était déjà avancée, et combien l'humanité était préparée à un rapide progrès. Puis vient la sombre nuit du Moyen-âge, durant laquelle la science étouffe sous l'esprit théologique : « Cet esprit est toujours avec nous, dit l'auteur; au point de vue du nombre, il est plus fort qu'à aucune époque; mais il existe maintenant une force qui lui fait équilibre; jadis, l'éclipse de la Science était due au fait que ses adhérents étaient trop peu nombreux; ils étaient perdus dans la foule. Considérons pour un moment le fait que la pensée grecque a régné pendant huit à dix siècles. La période qui s'étend de Thalès à Ptolémée et Gallien surpasse de moitié celle qui s'écoule de la découverte de l'Amérique jusqu'à nos jours. Voyons la maigre liste d'hommes de science, et la rareté de leurs résultats, comparée à la longue théorie qui commence à Roger Bacon et qui ne finit pas à Darwin. » C'est dans le nombre très grand des hommes de science à notre époque que l'auteur trouve la raison pour laquelle « nous ne brûlons plus les Giordano Bruno et que nous ne torturons plus les Galilée ». Cette opinion, venant de la jeune Amérique, méritait d'être citée.

Le Monde au-delà de nos sens rappelle, en plus d'un point, les merveilleuses conférences de Mach. Transportant notre pensée dans ce monde particulier d'Hélène Keller, cette jeune fille complètement sourde et aveugle, qui a su concevoir l'univers matériel et moral par un seul sens éducateur, le toucher, l'auteur imagine, par contraste, un être dont les sens soient tellement nombreux, puissants et étendus, qu'il puisse, sans le secours d'aucun instrument, distinguer les lumières de toutes longueurs d'onde, saisir les lignes de force magnétiques, apercevoir les molécules dans le rapide mouvement que leur attribue la théorie cinétique de la matière; cet être, on le conçoit aisément, nous sera supérieur autant que nous surpassons Hélène Keller. Le sujet ainsi posé admet un développement facile, dont M. Snyder s'acquitte avec habileté.

L'article consacré à la synthèse chimique est un enthousiaste hommage rendu à M. Berthelot, dont l'auteur a fréquenté les cours au Collège de France et dont il semble bien connaître l'œuvre prodigieuse.

Comment le corps se défend : Ici, c'est l'œuvre fondamentale et féconde de M. Metchnikoff dont parle M. Snyder, qui s'en est pénétré en visitant l'Institut Pasteur.

Il est banal et désespérant à la fois de répéter que l'Amérique nous est supérieure en toutes choses. L'auteur n'est point de cet avis, et il est piquant de voir, sous la plume d'un citoyen des Etats-Unis, un parallèle qui n'est point à l'avantage de son pays. L'article débute par ces mots : « On ne peut pas dire que l'Amérique n'ait pas produit de grands hommes de science ». Puis, après une brillante énumération, vient cette proposition : « Cependant, la situation de l'Amérique est inférieure ». Comparant ensuite les ressources dont disposent les hommes de science en Amérique avec celles que l'on met à la disposition des savants européens, il constate que l'Amérique est admirablement outillée; il pose alors la question : « Pourquoi les Etats-Unis ont-ils une part si faible dans le merveilleux progrès scientifique du siècle écoulé? » La réponse mérite d'être citée :

« Nous sommes un peuple habile, sans aucun doute; nos orateurs et nos journaux ne manquent pas une occasion de nous le dire. Nous avons fait de grosses (*sic*) choses; et c'est peut-être pour cette raison, et précisément à cause du prix élevé du travail, que nous ne trouvons pas parmi nous un Faraday ou un Claude Bernard ». La vraie raison pour laquelle de grandes découvertes sont possibles en Europe, alors qu'elles sont difficiles en Amérique, est qu'il existe des institutions permettant à des hommes de premier ordre de travailler en se laissant aller à leur génie, sans avoir à rendre compte à personne de la nature de leurs préoccupations et de la direction donnée à leurs travaux. Au premier rang de ces institutions, l'auteur place le Collège de France, l'Institution royale de Londres et l'Institut Pasteur.

« Nous manquons en Amérique de quelque chose qui ressemble à ces institutions, comme nous manquons de quelque chose qui ressemble au système universitaire allemand, ce système qui donne aux professeurs germaniques une si grande liberté pour des travaux de recherches originales. C'est là, sans doute, une des causes de notre infériorité. »

Cette opinion est bonne à retenir, au moment où il semblerait, au dire de bien des gens, que nous n'eussions plus, pour progresser encore, qu'à tourner nos regards vers l'Occident, d'où nous viendrait dès maintenant toute lumière.

Ch.-Ed. Guillaume,
Directeur-adjoint du Bureau international des Poids et Mesures.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 3 Octobre 1904.

1° Sciences physiques. — M. A.-B. **Chauveau** a observé que la déperdition de l'électricité dans l'air, au voisinage d'une source thermale, est environ trois fois plus forte que la déperdition à l'air libre. — M. **L. Pigeon** signale un effet de vide produit par une trombe aux environs de Dijon. La toiture d'un bâtiment a été soulevée et transportée au loin tout entière. — MM. **C.-J. Salomonsen** et **G. Dreyer**, en soumettant à l'action du radium des cristaux de quartz, ont observé des différences de coloration qui mettent en évidence l'hétérogénéité des couches d'accroissement de ces cristaux. — M. **A. Debierne** a reconnu que les substances nommées *Emanationskörper* et *Emanium* par M. Giesel sont identiques à l'actinium. Par la méthode de fractionnement de M. Urbain, l'auteur est parvenu à obtenir ce corps à un assez grand état de concentration. — M. **L. Guillet** montre que le molybdène agit sur les propriétés des aciers de la même façon que le tungstène, mais qu'il faut quatre fois plus de Mo que de Tu pour arriver aux mêmes résultats. — M. **J. Schmidlin** confirme, par ses mesures thermochimiques, l'existence de la faculté de cumuler les propriétés basiques dans un seul groupe favorisé chez les rosaniline-carbinols.

2° Sciences naturelles. — M. **A. Chauveau** a constaté que le travail extérieur effectué par les muscles fléchisseurs de l'avant-bras est moins onéreux que celui des extenseurs. Cette différence semble être due exclusivement aux conditions moins favorables du fonctionnement des extenseurs. — M. **A. Guépin** a observé que le suc prostatique, examiné systématiquement dans les divers états morbides de la prostate, fournit de très utiles données séméiotiques. — M. **Ch. Gravier** signale l'existence d'un organe nucal chez un Chétoptérien de Djibouti, du genre *Telepsavus*. — M. **P. Pelseneer** montre que le Thécosome décrit par P. Fischer sous le nom d'*Embolus triacanthus* est en réalité un *Peraclis*. Cette forme constitue le plus archaïque des Thécosomes actuels. — M. **F. Marceau** communique ses observations sur la structure des muscles adducteurs chez l'*Anomia ephippium*. — M. **E. de Wildeman** a reconnu que l'acarophytisme existe chez les Monocotylédones et que les acarodomaties se présentent sous une forme assez peu répandue chez plusieurs espèces de *Dioscorea*. — MM. **E. Bréal** et **E. Giustiniani** ont constaté que les graines mouillées avec une solution étendue de sulfate de cuivre, non seulement ne perdent rien de leur faculté germinative, mais encore donnent des plantes beaucoup plus dévepées.

Séance du 10 Octobre 1904.

1° Sciences mathématiques. — M. **L. Maillard** a répété l'expérience de Pérot avec des résutats positifs. La théorie du mouvement d'une molécule d'eau conduit à la formule déjà indiquée par Braschmann.

2° Sciences physiques. — M. **E. Rothé** a obtenu, avec des poses prolongées, des photographies en couleur, d'après la méthode de Lippmann, par réflexion de la lumière sur la surface gélatine-air seulement, sans miroir de mercure. Toutes les teintes sont reproduites, quoique avec un éclat un peu moins vif. — MM. **G. Charpy** et **L. Grenet** ont étudié les températures de transformation des aciers par diverses méthodes. Les résultats donnés par les méthodes thermo-électrique et dilatométrique ne présentent pas de corrélation bien nette, sauf pour l'acier le plus doux; les résultats fournis par les méthodes de la résistance électrique et dilatométrique concordent très sensiblement. — MM. **L. Vignon** et **Simonet**, en faisant réagir les dérivés diazoïques de certaines anilines substituées sur la diphénylamine, ont obenu une série de dérivés substitués du phényldiazoaminobenzène; ils sont, en général, peu stables.

3° Sciences naturelles. — M. **A. Chauveau** montre à nouveau que le travail mécanique des muscles est plus onéreux quand ce travail tire sa valeur de celle de la charge et moins onéreux si c'est de la longueur du parcours effectué par la charge dans l'unité de temps. — M. **Eug. Pittard** a reconnu que la castration augmente la taille absolue du groupe humain qui la subit; cette augmentation provient du développement exagéré du membre inférieur plus que de celui du buste. — M. **A. Billet** a observé que la forme en *Trypanosoma inopinatum*, très rare dans le sang de la Grenouille verte d'Algérie, se développe, au contraire, très facilement dans le tube digestif des Hélobdelles ectoparasites des Grenouilles à *Drepanidium*. — M. **C. Lebailly** a constaté la coexistence générale d'un Trypanosome et d'une Hémogrégarine chez les Téléostéens marins. — M. **P. Termier** démontre la structure en paquet de nappes de tout le Tyrol septentrional, au nord de Sterzing.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 4 Octobre 1904.

M. **Paul Reynier**, à propos de la communication de M. Lucas-Championnière sur le traitement des phlébites par le mouvement méthodique et le massage, signale plusieurs cas d'embolies survenues chez des phlébitiques après un mouvement. — M. **A. Laveran** a étudié les Culicides de Madagascar, principalement au point de vue de la fréquence et de la nature des *Anopheles*. En général, on peut dire que l'abondance de ces derniers est bien en rapport avec la fréquence et la gravité du paludisme dans la région considérée. Les conditions mauvaises dans lesquelles se fait la culture du riz sont la cause principale de l'aggravation de l'endémie palustre.

M. le Président annonce le décès de M. **Dureau**, bibliothécaire de l'Académie.

Séance du 11 Octobre 1904.

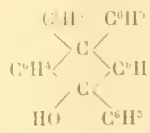
M. **H. Benjamin** présente le Rapport sur le concours pour le Prix Monbinne.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

SECTION DE NANCY

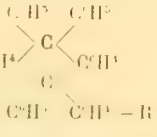
Séance du 11 Juillet 1904.

MM. **A. Haller** et **A. Guyot**, poursuivant leurs recherches sur les dérivés γ-phénylés du dihydrure d'anthracène, décrivent les composés suivants : 1° Le dihydrure d'anthracène γ-triphénylé γ-hydroxylé, F. 200° :



obtenu par condensation du bromure de phénylmagnésium avec la diphénylanthrone; 2° Les dihydrures d'anthracène γ-triphénylé γ-méthoxylé (F. 218-219°), et γ-éthoxylé (F. vers 250°), obtenus par éthérification di-

recte du produit précédent au sein des alcools correspondants en présence d'une trace d'HCl; 3° Le dihydrure d'anthracène γ-triphénylé (F. 220°), préparé soit par réduction des trois composés précédents par le zinc et l'acide acétique, soit encore par l'action du bromure de phénylmagnésium sur le triphénylméthane-orthocarbonate de méthyle et condensation interne du produit intermédiaire ainsi formé; 4° Les produits de condensation du dihydrure d'anthracène γ-triphénylé γ-hydroxylé avec le phénol (F. vers 308°), l'aniline (F. vers 320°) et la diméthylaniline (F. vers 285°). Ces produits, qui répondent à la formule générale :



(où R = OH, AzH² et Az(CH³)², sont les premiers représentants du dihydrure d'anthracène tétraphénylé. Les auteurs se proposent de poursuivre ces recherches. — MM. **E.-E. Blaise** et **A. Luttringer** : *Sur la migration de la liaison éthylénique des acides α-alcoylacryliques.* En condensant les éthers α-bromés de formule R.CHBr.COOC²H⁵ avec le trioxyméthylène en présence de Zn et décomposant le produit par l'eau, on obtient les éthers α-alcoylhydracryliques, qui, déshydratés, donnent des éthers α-alcoylacryliques :

$$CH^2OH.\overset{R}{\overset{|}{C}}H.COOC^2H^5 = H^2O + CH^2 = \overset{R}{\overset{|}{C}}.COOC^2H^5$$

Les auteurs ont étudié l'action de l'acide sulfurique sur les acides α-alcoylacryliques. Suivant la valeur du radical R, on obtient des produits différents. L'acide α-éthylacrylique a donné de l'acide tiglique isomère et de la 2-butanone. Avec l'acide α-butylacrylique, il y a formation de 2-hexanone et de αγ-méthyléthylbutyrolactone :

$$CH^3 - \underset{\underset{CO}{|}}{CH} - CH^2 - \underset{\underset{O}{|}}{CH} - CH^2 - CH^3$$

identique à celle qui a été préparée par réduction de l'acide cétonique résultant de la saponification de l'α-méthyl-α'-propionylsuccinate d'éthyle. Le mécanisme de la transposition de la liaison éthylénique sous l'influence de l'acide sulfurique, inverse de celle qui se produit par l'action des alcalis, a lieu vraisemblablement par hydratations et déshydratations successives, les cétones qui prennent naissance dans la réaction résultant sans aucun doute de la décomposition de l'α-oxyacide intermédiaire. L'action de l'acide sulfurique ne permet donc pas de différencier avec certitude les acides non saturés βγ des acides non saturés αβ, puisque ces derniers peuvent donner également des γ-lactones par isomérisation sous l'influence de l'acide sulfurique. — MM. **Guntz** et **Roederer** communiquent le résultat de leurs recherches sur la centrifugation, et notamment les résultats obtenus avec les amalgames métalliques. Les amalgames stables, comme ceux de sodium et de baryum, etc., perdent du mercure et donnent à la limite les composés Hg^4Na, $Hg^{11}Ba$. L'amalgame de fer semble perdre son mercure, sans donner naissance à un composé défini, même avec des vitesses de 4.000 tours à la minute de la centrifugeuse. — MM. **P.-Th. Muller** et **Ed. Bauer** ont déduit des expériences de Zawidski[1] que l'acide cacodylique, considéré comme une base, doit donner avec une quantité équivalente d'acide chlorhydrique une absorption de chaleur de 0,7 cal. Les calculs portent sur les coefficients d'affinité de la base cacodylique à 0° et à 25°, et sur le degré d'hydrolyse de son chlorhydrate. L'expérience thermochimique directe a effectivement donné une absorption de chaleur de 0,55 cal., moyenne de deux expériences concordantes. — M. **G. Arth**, en étudiant des houilles à gaz de la Bavière Rhénane, a constaté que ces combustibles sont en dehors des limites de la courbe établie par M. Goutal pour le calcul du pouvoir calorifique. En prolongeant le dernier élément de cette courbe vers les quantités croissantes de matière volatile, on n'obtient que des résultats peu satisfaisants. Les houilles dont il s'agit étant de très belle qualité, le fait a paru digne d'être signalé. — MM. **E.-E. Blaise** et **A. Courtot** : *Sur la constitution de l'acide diméthyl-vinyl-acétique.* Cet acide a été obtenu en petite quantité par M. Bouveault, qui le dénomma acide diméthylisocrotonique. Plus tard, M. E.-E. Blaise obtint ce même produit en quantité notable. D'autre part, M. W.-H. Perkin annonça avoir préparé l'acide diméthyl-vinyl-acétique par une méthode toute différente. Une notable différence des points d'ébullition amena les auteurs à penser que ces produits n'étaient pas identiques et à en rechercher la constitution. Pour cela, ils ont préparé l'acide de M. Blaise (Eb. 185°), et également celui de M. Perkin par distillation sèche de l'acide diméthyl-glutaconique (Eb. 207°). L'action de l'acide sulfurique sur ces deux acides est différente; il hydrate le premier en donnant l'acide triméthylhydracrylique et donne avec le second une lactone (Eb. 194°, F. 6°). Ces deux acides sont donc différents, et les auteurs pensèrent que l'acide de M. Perkin pouvait être l'acide pyrotérébique et la lactone qui en dérive l'isocaprolactone. Pour vérifier cette hypothèse, ils ont préparé de l'acide pyrotérébique et en ont fait le sel de Ca, la phénylhydrazide et l'anilide, qu'ils ont comparés aux dérivés correspondants de l'acide de M. Perkin. Le sel de Ca des deux acides cristallise avec trois molécules d'eau, dont deux s'éliminent à 100°, la troisième à 120°. Les deux phényl-hydrazides et leur mélange fondent à 105-106°. Les deux anilides et leur mélange fondent à 106°. Cette anilide avait été préparée par M. Giacomo Corcelli en partant de l'acide térébique; le point de fusion indiqué est 153-154°. En répétant l'expérience, on a obtenu un mélange de différents corps : acide térébique, anilide térébique et anilide pyrotérébique identique à celle obtenue directement, corps que cet auteur semble n'avoir point séparés. Ayant ainsi montré la constitution de l'acide de M. Perkin, MM. Blaise et Courtot ont établi celle de l'acide de M. Blaise. Elle résulte de ce fait que, par oxydation avec $KMnO^4$ (5 %), à la température ordinaire, on obtient, avec un rendement presque théorique, de l'acide diméthyl-malonique. Elle résulte également de ce que cet acide fixe molécule à molécule HI, l'atome d'I se fixant en β par rapport au carboxyle; d'autre part, l'acide triméthylhydracrylique, par action d'HI, donne un acide iodé identique au précédent (F. 44°). L'acide de M. Perkin est donc l'acide pyrotérébique, celui de M. Blaise l'acide diméthyl-vinyl-acétique. — MM. **E.-E. Blaise** et **H. Gault** : *Recherches dans la série du pyrane.* L'éther oxalacétique, condensé avec les aldéhydes, donne naissance, par saponification ultérieure, à des acides bibasiques 1 : 7-dicétoniques-2 : 6. Les auteurs ont, en particulier, étudié l'acide dioxopimélique : COOH.CO.$(CH^2)^3$.CO.COOH, provenant de la condensation de deux molécules d'éther oxalacétique avec une molécule d'aldéhyde formique. Cet acide donne, par élimination d'une molécule d'eau, un acide bibasique dérivant immédiatement du pyrane et possédant la formule suivante :

[1] *Berichte*, t. XXXVII, p. 2293.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

15e ANNÉE N° 21 15 NOVEMBRE 1904

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Mathématiques

Le troisième Congrès international des Mathématiciens. — Le troisième Congrès international des Mathématiciens a eu lieu du 8 au 15 août dernier, à Heidelberg. Le nombre des adhérents a été de 314; jusqu'ici, par conséquent, le Congrès va en augmentant régulièrement (207 au premier, celui de Zurich; 262 à celui de Paris).

Il est impossible de donner ici une idée des travaux, d'ordre extrêmement divers, présentés dans les séances de sections. Un d'entre eux, cependant, offre une importance toute particulière et doit être mis à part. Il est relatif à la théorie des ensembles. Dans la conférence qu'il a prononcée au Congrès de Paris, en 1900, et dont la *Revue* a publié un résumé[1], M. Hilbert a rappelé l'importance fondamentale que présente, au point de vue de la marche générale de la science, cette question : *Le continu peut-il être rangé en un ensemble bien ordonné*[2] *au sens de Cantor*? Nous ne pouvons exposer ici les raisons qui signalaient depuis longtemps cette question à l'attention des géomètres; une foule de recherches appartenant, non seulement à la théorie des ensembles, mais à beaucoup d'autres branches de l'Analyse, dépendent de celle-là, surtout si l'on admet[3] que la puissance du continu est bien celle qui suit immédiatement la première.

La question posée au Congrès de 1900 a trouvé sa réponse au Congrès de 1904, dans un travail de M. König, de Budapest. Cette réponse est négative : l'arrangement en question est imposible[4].

Les communications d'un caractère général, historique, philosophique ou pédagogique sont souvent les plus intéressantes dans les réunions de cette nature, parce qu'elles sont propres aux Congrès et n'ont pas, comme les travaux purement techniques, leur place marquée dans les périodiques courants. Tous les mathématiciens liront avec intérêt la belle conférence dans laquelle M. Painlevé a retracé les progrès de la théorie des équations différentielles. Un autre branche générale de la science, la Géométrie moderne, dans ses rapports avec l'Analyse, a fait, elle aussi, l'objet d'une attachante étude de M. Segre.

Les conférences de M. Greenhill (sur la théorie de la toupie) et Wirtinger (les leçons de Riemann sur la série hypergéométrique) se sont, au contraire, placées au point de vue auquel les ouvrages de M. Klein nous ont habitués, et qui consiste à suivre une question particulière pour y rattacher au besoin les idées générales qu'elle soulève.

Les quatres conférences dont nous venons de parler ont eu lieu dans les séances générales. Les séances de sections, tout en ayant surtout pour objet les travaux spéciaux, ont été, elles aussi, occupées en partie par des communications du même caractère; citons celles de M. Hilbert sur les fondements de l'Arithmétique, de M. Volterra sur la théorie des ondes, de M. Klein sur les problèmes des Mathématiques appliquées.

Le Congrès de Heidelberg aura fait œuvre utile à un autre point de vue : on lui devra peut-être de voir paraître à bref délai des œuvres mathématiques importantes qu'on n'aurait pas publiées sans cela, ou qu'on eût publiées beaucoup plus tard; M. Morley, professeur à l'Université Johns Hopkins, a annoncé, en effet, que des démarches étaient faites auprès de la *Carnegie Institution* pour la faire contribuer à l'impression des œuvres complètes d'Euler. M. Schlesinger a présenté le premier volume des œuvres de Fuchs. M. Müller a annoncé l'existence de travaux inédits laissés par Schröder, et son intention de les publier. Enfin M. Schwartz, répondant à une question qui lui était posée, a déclaré posséder des manuscrits de Weierstrass, relatifs au Calcul des Variations. On conçoit, sans qu'il soit nécessaire d'y insister, l'importance scientifique de documents de cette espèce. Mystérieuses pendant de longues années, les idées du grand géomètre allemand sont, encore aujourd'hui, insuffisamment connues, surtout en ce qui concerne le Calcul des Variations, qui constitue une partie importante et, en quelque

[1] *Problèmes mathématiques*, dans la *Revue* du 28 février 1901, tome XII, p. 168-174.
[2] *Loc. cit.*, p. 170.
[3] *Ibid.*, p. 169.
[4] Nous ne devons pas oublier, il est vrai, d'ajouter que, peu après cette communication de M. König, M. Zermelo est parvenu à une conclusion toute contraire. Nous reviendrons sur ce point.

sorte, centrale de son œuvre. Grâce à M. Schwartz, on peut espérer recueillir, sur ce point, de précieuses données.

Dans un ordre d'idées analogue, MM. Klein et Molk ont présenté au Congrès, l'un le tome Ier de l'*Encyclopédie des Sciences mathématiques*, l'autre le premier fascicule de l'édition française de cette Encyclopédie.

Il a été décidé, sur la proposition de M. Volterra, que le prochain Congrès aurait lieu au printemps de 1908. Il sera organisé par l'*Académie dei Lincei* et le *Circolo Matematico di Palermo*, et sera l'occasion d'un prix décerné à un Mémoire sur la théorie des courbes gauches et dû à la générosité de M. Guccia.

§ 2. — Astronomie

L'étoile rouge des Pléïades. — M. H. E. Lau avait appelé l'attention des membres de la Société astronomique sur l'étoile + 24°, 571 Argelander, du groupe des Pléïades, dont la couleur est d'un rouge jaunâtre très vif. Or, M. E. C. Gaultier, astronome à l'Observatoire d'Alger, a précisément refait un catalogue des Pléïades, et nul ne pouvait être mieux placé pour donner des renseignements détaillés sur cette constellation. L'étoile en question, la seule *rouge* de ce groupe si nombreux, fut estimée de 7° grandeur en 1880 par Flammarion; Lau la trouve de gr. 5,8, tandis qu'elle était notée 7,0 par Argelander, 7,1 par Becker, et 8,9 comme grandeur photographique. De plus, elle paraît variable, puisque les grandeurs annuelles de Gaultier varient de 8,6 à 9,1.

Ainsi la différence de trois grandeurs entre la grandeur visuelle et la grandeur photographique doit certainement être attribuée à la coloration rouge de cette étoile, qui la rend peu photogénique; l'on se trouve en présence d'un cas analogue à celui d'Aldébaran, étoile de 1re grandeur visuelle, qui fut trouvée seulement de 4e grandeur sur le cliché qu'obtint M. Flammarion à Juvisy en 1898.

D'ailleurs, une étoile orangée, à l'ouest de l'amas des Pléïades, fut trouvée de 8e grandeur visuelle par C. Wolf, de 9e grandeur photométrique par Pickering, de 9e grandeur photographique par Charlier et Gaultier. De nombreuses étoiles orangées de ce groupe donneraient, sans doute, lieu aussi à des remarques intéressantes, et il est fort précieux que des astronomes aussi habiles que M. Gaultier se consacrent durant de longues années à l'observation systématique des mêmes objets.

§ 3. — Météorologie

Le climat de l'île de Chypre. — M. Bellamy vient de faire paraître un intéressant article sur l'île de Chypre (*Journal de la Société météorologique de Londres*), traitant des conditions hydrologiques, économiques et climatériques de cette région.

On peut dire qu'il n'y a à l'île de Chypre que deux saisons, car, pendant huit mois, les chutes de pluie sont rares et incertaines : durant presque tout ce temps, les plaines sont arides, privées d'herbages et on n'y voit que des chardons et des asphodèles. Les premières pluies d'hiver, en octobre et novembre, modifient complètement les conditions : les céréales se développent avec rapidité et la terre se couvre de verdure. La moisson se fait en mai, après quoi le sol reprend rapidement toute son aridité; mais il est hors de doute qu'une irrigation artificielle serait de bonne administration et procurerait au sol une fertilité constante.

Pour préciser, l'auteur divise l'année en deux périodes de 6 mois, commencant le 1er avril (été) et le 1er octobre (hiver), avec janvier pour mois le plus froid, juillet et aout étant les plus chauds; la température moyenne annuelle est de 19 à 20°, avec maxima dépassant 40° et gelées assez rares; plus de 300 millimètres de pluie en hiver, six fois moins en été; vent dominant de NW, et sirocco de l'Est, brûlant et sec, au mois de mai.

§ 4. — Génie civil

Voitures à vapeur en service public. — L'emploi des automobiles aux services publics de traction a déjà fait l'objet de nombreux essais; si les résultats n'ont pas toujours été des plus encourageants, c'est que l'on n'a pas envisagé suffisamment tous les éléments de la question.

Il y a, entre un véhicule destiné au service public et une machine de course ou d'agrément, des différences essentielles. La seconde est légère avant tout, avec une grande puissance, malgré son poids restreint; il importe assez peu, puisqu'elle ne doit pas fonctionner d'une façon continue, qu'un accident ait pour effet de la mettre, pendant quelque temps, hors de service.

Il n'en est pas ainsi pour la première, qui doit être d'une sécurité de marche aussi absolue que possible : la solidité est pour elle une qualité indispensable. Il faut encore qu'elle soit d'un usage économique, ce qui amène généralement à en accroître assez considérablement le poids.

Or les voitures à vapeur paraissent répondre à ces desiderata mieux que les moteurs à pétrole; du moins, c'est dans cette voie que s'est engagé depuis quelques années un constructeur anglais, M. Clarkson, qui semble avoir donné une solution satisfaisante au problème. D'après lui, l'économie que l'on réalise en employant une machine à vapeur chauffée à la paraffine, au lieu d'un moteur à pétrole, compense amplement l'infériorité de la première au point de vue du rendement. Grâce à la consommation plus faible de combustible, on peut sans inconvénient augmenter le poids de la machine, ce qui est de nature à assurer au service toute la régularité désirable.

Voici, d'ailleurs, les résultats obtenus par M. Clarkson à l'aide d'une voiture munie d'un moteur à vapeur, d'un poids total de 140 kilogrammes environ. La distance totale parcourue fut de 3.032 milles (4.800 kilomètres) pendant une période de neuf semaines; la vitesse moyenne a été évaluée à 16-18 kilomètres à l'heure; la voiture pouvait transporter quatorze voyageurs.

Dépenses par mille parcouru.

Salaires	0 fr. 26
Combustible	0 fr. 15
Huile	0 fr. 02
Caoutchouc	0 fr. 10
Entretien	0 fr. 04
Total	0 fr. 57

Pendant les neuf semaines considérées, 20.061 courses à 20 centimes furent effectuées, donnant une recette totale qui correspondait à 16 fr. 50 environ par mille.

Voici quelques détails sur la construction de cette voiture (fig. 1) :

La chaudière à laquelle M. Clarkson a cru devoir, après différents essais, donner la préférence est une chaudière verticale, cylindrique, multitubulaire; l'enveloppe extérieure est formée de deux parties semblables, ce qui assure la simplicité de construction, avec une seule jonction, convenablement disposée, et mise à l'abri de l'action du feu. Une ouverture est pratiquée à la partie supérieure de la chaudière; sur cette ouverture est vissé un conduit dont les branches aboutissent au registre de vapeur et aux soupapes de sûreté, ces dernières fonctionnant pour une pression de 400 livres par pouce carré.

La chaudière, montée sur une charpente circulaire, qui est boulonnée elle-même sur le châssis, est chauffée par un foyer contenu dans un coffre d'acier; un revêtement d'amiante, avec soutiens de nickel destinés à protéger le revêtement contre les trépidations, garnit intérieurement le foyer; celui-ci, qui est réglé par la pression de la vapeur, est alimenté au moyen de paraffine.

C'est grâce au prix peu élevé de ce combustible que

M. Clarkson a pu obtenir avec une machine à vapeur des résultats supérieurs, économiquement parlant, à ceux qu'avaient donnés les moteurs à pétrole.

Le foyer de la machine est adapté sur la même charpente circulaire que la chaudière, de telle façon que ces deux parties (foyer, chaudière) puissent s'enlever indépendamment l'une de l'autre. A l'intérieur du cadre circulaire de support est placée une bobine de surchauffe, qui permet d'élever la température de la vapeur jusqu'à 750° Fahrenheit (400° C.).

La vapeur produite dans la chaudière est utilisée dans un moteur à vapeur du type le plus perfectionné, avec appareil de condensation placé à l'avant de la voiture. Ce condenseur diminue considérablement la consommation de l'eau; la quantité de liquide nécessaire est environ une douzaine de fois celle de l'huile combustible employée, ce qui n'est pas si exagéré qu'on ne puisse faire usage de l'eau distillée. Le moteur est placé horizontalement, les soupapes se trouvant à la partie inférieure.

Les cylindres sont au nombre de deux; de même que les bagues des pistons et les soupapes, ils sont en fer à grain serré, dur, spécialement choisi.

Les tiges des pistons sont forgées en acier massif; les tiges de connexion sont en acier fondu, renforcées de bronze phosphoreux; l'arbre de la manivelle est en acier fondu; il est formé de deux parties rivées ensemble avec roule d'acier interposée.

La boîte protectrice est en aluminium, avec panneaux mobiles; l'un d'eux est percé d'une ouverture pour permettre la visite. La fermeture est hermétique, mais doit pouvoir s'ouvrir avec rapidité.

Le moteur agit directement sur un anneau de bronze encerclant la boîte du différentiel; les côtés de la boîte sont en acier fondu. Les arbres différentiels sont en acier, forgés avec les roues, à l'extrémité interne; les extrémités extérieures sont à pas de vis et pourvues de trois clefs pour la fixation des hérissons des chaînes. Chaque arbre est porté sur deux coussinets d'acier, avec de larges surfaces de suspension; les deux supports extérieurs sont pourvus d'un dispositif pour retenir l'huile. Chacun des arbres porte deux excentriques; ceux-ci sont fixés longitudinalement au moyen de tiges creuses et ils sont maintenus sur les axes à l'aide de clefs.

Les différents organes du moteur sont réunis en un seul groupe et protégés par une enveloppe hermétique de métal. Outre qu'elle met le système à l'abri de la poussière et également des rencontres avec les objets qui pourraient se trouver sur la route, cette disposition offre un précieux avantage au point de vue de l'huilage de la machine, en ce sens qu'il suffit d'un système de pompe pour envoyer l'huile à toutes les parties frottantes; on peut, de la sorte, lubréfier économiquement les supports des axes, etc. : l'excès d'huile s'écoule, grâce à la forme appropriée de la chemise extérieure, dans un puits commun; le liquide est filtré et peut dès lors servir de nouveau. L'entretien du moteur se réduit, dans ces conditions, à bien peu de chose : le nettoyage de temps à autre; l'addition, tous les mois ou toutes les semaines, d'une petite quantité d'huile; le remplacement des bagues des pompes; voilà à quoi se borne l'intervention du mécanicien.

Deux réservoirs d'acier ou de fer galvanisé, d'une capacité de 25 gallons au moins, destinés l'un au combustible, l'autre à l'eau, et pourvus des accessoires habituels complètent le système.

Le conducteur dirige la marche de la voiture au

Fig. 1. — *Voiture à vapeur de M. Clarkson en service public.*

moyen du gouvernail, à l'aide duquel il règle la direction, et d'une roue de contrôle, par laquelle il agit sur l'admission de la vapeur, et, partant, indirectement, sur l'intensité de la combustion dans le foyer.

Enfin, le mécanicien dispose encore de deux leviers, l'un qu'il actionne avec le pied, l'autre à portée de la main, tous deux commandant des freins (quatre) qui s'appliquent énergiquement sur les roues motrices sans toutefois faire feu.

La conduite d'une machine de ce genre est donc simplifiée au plus haut point, et c'est là, comme nous le disions au début, un avantage de grande importance.

§ 5. — Physique

Sur la charge électrique que prend un conducteur métallique isolé sous l'action d'un cylindre métallique. — Dans le courant de ses recherches sur la radio-activité de certaines boues de provenance russe, M. J.-J. Borgmann vient d'observer un intéressant phénomène[1].

L'expérimentateur russe se servait d'une méthode analogue à celle qu'employaient MM. McLennan et Burton dans leurs recherches sur la conductivité électrique de l'atmosphère. Son dispositif comprenait deux cylindres, l'un de laiton et l'autre de zinc, le premier étant muni d'un fond amovible alors que l'autre s'ouvrait latéralement. Ces deux cylindres contenaient l'un et l'autre un fil de laiton disposé suivant l'axe et isolé du cylindre par un tube en ambre; ce dernier était entouré par un anneau de laiton relié à la terre. L'un et l'autre de ces deux fils pouvaient être mis en communication avec l'une des paires de quadrants d'un même électromètre de Dolezalek, dont l'autre paire de quadrants était mise à la terre; l'aiguille était chargée au moyen d'une batterie d'accumulateurs au potentiel de 100 volts. Le dispositif était complété par des tubes protecteurs reliés à la terre et entourant les portions de fil se projetant au delà des cylindres. Or, en étudiant l'ionisation de l'air produite dans l'un et l'autre de ces cylindres métalliques, l'auteur a observé le phénomène suivant : après avoir mis à la terre tant le cylindre métallique que le fil qu'il renfermait, et après avoir subitement interrompu la prise de terre du fil, l'aiguille de l'électromètre a montré une déviation se continuant pendant quelque temps et prenant une valeur graduellement croissante. Ce phénomène, comme le constate l'auteur, ne pouvait être dû ni à une électrisation possible de l'anneau d'ambre auquel était attaché le fil, ni à un effet thermo-électrique entre les différents fils.

La déviation de l'aiguille électrométrique — chose remarquable — a lieu en sens opposé dans les deux cylindres. Alors qu'en effet, dans le cylindre de zinc, le fil de laiton isolé prenait une charge positive graduellement croissante, la charge du cylindre de laiton (croissante également) présente le signe négatif. Cette charge que prend le fil isolé est donc, on le voit, fonction de la nature du cylindre qui l'entoure.

Comme les fils de connexion étaient également entourés par un métal, à savoir les tubes de laiton mis à la terre, on a pensé que ces fils à eux seuls montreraient le même phénomène et cette supposition vient d'être confirmée par l'expérience. Il est évident que les effets du cylindre sur le fil qu'il renferme et celui qu'exercent les tubes protecteurs sur le fil de connexion se passant simultanément doivent se superposer dans l'expérience originale citée au début.

Le phénomène en question dépend, pour un même cylindre, essentiellement du degré d'ionisation de l'air que renferme ce dernier et de l'état de sa surface. En tenant compte de l'influence des fils de connexion, on trouve que tous les métaux, à l'exception du laiton, produisent une électrisation positive du fil et par là de l'air, électrisation qui peut être due aux rayons *alpha* qu'émettent les métaux.

[1] *Physikalische Zeitschrift*, t. V, n° 17, p. 542-546, 1904.

Un nouveau principe phonographique. — Le phonographe magnétique imaginé par M. Poulsen a éveillé chez les savants un très vif intérêt, non pas seulement en raison de la reproduction excessivement pure du langage qu'il permet, mais surtout par l'originalité du principe sur lequel il se base. Au lieu de se servir, à l'égal de M. Edison, des déformations mécaniques de matières molles produites par les ondes sonores pour enregistrer les sons correspondants, M. Poulsen utilise les impressions magnétiques produites dans une substance magnétiquement déformable (l'acier) sous l'action de courants microphoniques[1].

Or, il est évident que, d'une façon générale, tout phénomène entraînant quelque modification permanente proportionnelle à l'effet des ondes sonores pourrait être employé comme principe phonographique. Si, par exemple, on se servait, à cet effet, de l'électrisation des isolateurs, on réaliserait l'analogue électrostatique de l'appareil électromagnétique de M. Poulsen.

Telles sont les considérations qui engagèrent, il y a quelque temps, M. Nernst, professeur à l'Université de Gottingue, à construire un appareil *électrochimique* utilisant les modifications permanentes produites sur une électrode par des courants galvaniques, c'est-à-dire la polarisation galvanique. Il se servait pour cela du dispositif que voici : un ruban de platine sans fin, enroulé sur deux rouleaux, et auquel on imprimait un mouvement permanent au moyen d'un moteur, était galvaniquement polarisé par des courants microphoniques; comme la polarisation variable produite par les oscillations de courant doit nécessairement être séparée localement, le ruban de platine devait se déplacer avec une vitesse suffisante, et le contact entre le ruban et l'électrolyte devait, d'autre part, être aussi étroit que possible. Cette dernière condition se trouve satisfaite d'une façon approximative quand on emploie comme électrolyte un coin de bois imprégné d'un liquide conducteur et disposé dans une auge en verre remplie de la liqueur en question et munie d'une électrode. L'expérience, comme l'a constaté M. Nernst, réussit parfaitement; il est vrai que la netteté des reproductions dépend de la nature de l'électrolyte dont on se sert. Les sons enregistrés peuvent être reproduits plusieurs fois avant qu'on note une diminution appréciable de l'intensité sonore. Il faut cependant, chose remarquable, que, pendant la reproduction, le circuit téléphonique soit parcouru par un courant dont l'intensité détermine l'intensité des reproductions.

Il est évident que ce phénomène ne s'explique pas par l'hypothèse que les courants produisant, pendant les reproductions, des vibrations sonores de téléphone, seraient simplement les courants de décharge d'une électrode polarisée. En effet, une décharge pareille devrait se produire indifféremment avec ou sans courant, et, d'autre part, les courants constants ne devraient exercer aucun effet appréciable. L'expérimentateur pense que ce sont les oscillations des courants microphoniques qui produisent une désagrégation superficielle de l'électrode métallique passant sur l'électrolyte; pendant la reproduction, il se produirait, en raison de cette désagrégation, des oscillations de courant continu déterminant les vibrations du téléphone.

§ 6. — Chimie physique

L'actinium et l'émanium. — Le travail de révision des corps radio-actifs se poursuit avec succès dans le sens récemment indiqué dans la *Revue*, à l'occasion de l'identification, faite par M. Debierne, des constituants actifs du plomb et du tellure radio-actifs avec le polonium, le premier des corps fortement radio-actifs trouvés par M. et Mme Curie.

M. Giesel, dont on connaît les beaux travaux sur diverses questions touchant à la radio-activité, pensait avoir isolé un corps nouveau, qu'il avait désigné sous

[1] Voir la *Revue* du 30 juin 1900, t. XI, p. 770.

le nom d'*émanium*, pour rappeler sa propriété la plus caractéristique, qui est de donner naissance à une émanation beaucoup plus active qu'il ne l'est lui-même. Or, une propriété toute semblable a été signalée par M. Debierne pour l'*actinium*, dont on lui doit la découverte. Ce corps, extrêmement actif, et qui suit les terres rares dans le fractionnement des résidus de la pechblende, abandonne, contrairement à ce qui se passe pour le radium, son émanation lorsqu'il est lié à des corps solides, et non point lorsqu'il est en solution. La loi de la décroissance que présente l'activité de cette émanation est de moitié en quatre secondes, tandis que, pour la radio-activité induite, elle est de moitié en quarante minutes.

L'émanation provoque la phosphorescence et la scintillation du sulfure de zinc. M. Giesel n'a pas indiqué la constante du temps pour cette émanation; mais Miss Brooks, qui a étudié la constante de la radio-activité induite dans un produit préparé par M. Giesel, la trouve identique à celle que M. Debierne a donnée pour l'actinium.

Enfin, tout récemment, M. Giesel, étant à Paris, a pu, avec M. et Mme Curie et M. Debierne, examiner les phénomènes phosphorescents provoqués par l'émanium et l'actinium; ils ont été trouvés identiques. Il y a donc tout lieu de croire que l'actinium et le nouveau corps de M. Giesel sont une seule et même substance.

Ce qui les distinguait surtout était le fait de la précipitation de l'actinium, obtenue d'abord avec le thorium, alors que M. Giesel avait opéré une bonne concentration avec le cérium et le lanthane. Mais M. Debierne avait déjà indiqué que le résidu après concentration par le thorium est très radio-actif; et il a pu, tout récemment, avec la collaboration de M. Urbain, obtenir une concentration presque complète de l'activité de l'actinium sur le néodyme et le samarium. Le procédé de concentration serait ainsi d'importance secondaire, ce qui ferait disparaître la dernière divergence signalée par M. Giesel.

Il n'est pas hors de propos d'insister sur la satisfaction que causera à tous les amis du progrès scientifique ce nouvel exemple d'une pratique excellente, et qui tend heureusement à se répandre; dans le cas d'un désaccord devenu évident par des publications faites en divers pays, rien ne peut en dégager rapidement la cause comme un travail fait en commun; on évite ainsi des discussions longues, souvent épineuses et presque toujours stériles, dont le moindre inconvénient est d'encombrer les périodiques et de lasser le lecteur en lui faisant perdre son temps. On réduirait peut-être de moitié le flot désespérément montant de la littérature scientifique si les chercheurs arrivaient à élucider entre eux les causes de leurs désaccords, et n'apportaient que des opinions déjà passées au crible de la discussion entre les premiers spécialistes. Cette fois, l'exemple vient de haut; espérons qu'il trouvera de nombreux imitateurs.

§ 7. — Sciences médicales

Pénétration des larves d'Ankylostome à travers la peau. — L'agent pathogène de la maladie des mineurs pénètre dans l'organisme, comme on le sait depuis les expériences de Leichtenstern, par l'intermédiaire de la nourriture ou de la boisson; il parcourt l'œsophage et l'estomac pour s'arrêter au début de l'intestin grêle, où il se fixe et atteint sa maturité sexuelle. Mais il paraît, de par les expériences précises de Looss et tout récemment de Schaudinn[1], que ce n'est pas le seul mode d'infection possible; les larves seraient capables de pénétrer à travers la peau, en passant par les follicules pileux; de là, elles gagnent les veines superficielles ou les lymphatiques, puis le cœur droit et les capillaires pulmonaires, tombent dans les alvéoles et émigrent par les bronches, la trachée, l'arrière-bouche jusque dans l'œsophage, d'où elles gagnent le duodénum; si incroyable que le fait paraisse, il est impossible de le révoquer en doute. Looss a montré au Congrès international de Berne (14-20 août) des préparations très démonstratives, ses expériences ayant porté sur le chien; Schaudinn, de son côté, a infecté par la peau deux jeunes singes (*Inuus sinicus*); la peau du dos entre les deux épaules (les poils étant coupés ras aux ciseaux) reçoit quelques gouttes d'une culture d'Ankylostome; le singe est immobilisé, jusqu'à ce que le liquide soit desséché, et la place d'infection est ensuite lavée à l'alcool absolu pour éviter toute possibilité d'infection par voie buccale. Quelques heures après, on trouve des Ankylostomes dans les follicules pileux et l'épaisseur de la peau; si l'on attend vingt-quatre heures, les larves sont déjà dans le duodénum. Il faudra donc compter, dans la défense des ouvriers contre l'ankylostomiase, avec les deux modes d'infection possibles, celui par voie buccale, sans doute le plus fréquent, l'autre par la peau intacte.

Les origines et la prophylaxie de l'appendicite. — M. le Dr Lucas-Championnière, chirurgien de l'Hôtel-Dieu de Paris, vient de revenir sur ce sujet toujours d'actualité[1]. Contrairement au Professeur Lannelongue et à beaucoup d'autres auteurs, il pense que l'appendicite est bien une maladie nouvelle. Il fait remarquer que la typhlite et la colique du miserere, que l'on a voulu identifier à l'appendicite, étaient des maladies rares, tandis que celle-ci est extrêmement fréquente. Il constate qu'elle apparaît dans certaines régions et dans certaines familles, qu'elle suit la grippe, qu'elle coïncide avec une fréquence très considérable des infections intestinales, et surtout il insiste sur ce point qu'elle se développe à peu près uniquement dans les pays où l'on use et où l'on abuse de la viande; enfin, elle est toujours plus grave, d'après lui, chez les personnes qui en abusent. Sans doute, une opération seule est capable de débarrasser de l'appendicite, mais il semble qu'on pourrait la prévenir par le régime semi-végétarien et par le retour à l'usage périodique de la purgation. Ce sont les conclusions qui ont été, en quelque sorte, dictées à M. Lucas-Championnière par une enquête qu'il a faite et qui lui a montré que, si la grippe semble avoir précédé partout l'apparition de l'appendicite, celle-ci ne se montre à peu près exclusivement que chez les mangeurs de viandes (Américains, grandes villes de France et de l'Etranger); elle est, au contraire, l'exception chez les végétariens (1 cas sur 22.000 malades en Roumanie), dans les prisons (Clairvaux, Roquette), dans les couvents, etc. Ces faits sont excessivement intéressants, car, si cette enquête est confirmée (ce qui apporterait un solide appui à la théorie de M. Metchnikoff, qui en fait une maladie parasitaire), il n'y aura qu'à ordonner une hygiène bien comprise, où les végétaux abonderont, pour voir diminuer, dans des proportions remarquables, la quantité, vraiment effrayante, des cas d'appendicite.

La question de la puériculture au Congrès d'Arras. — La mortalité infantile menace l'avenir de la France. Comme l'espoir d'une recrudescence de la natalité doit être abandonné, il faut multiplier nos efforts en faveur des tout petits enfants et les empêcher de mourir. C'est la thèse que M. Ausset (de Lille) a brillamment développée au Congrès d'Arras[2]. Or, la natalité est surtout florissante parmi les populations rurales, maritimes et ouvrières, qui sont justement les plus décimées par la mortalité infantile (gastro-entérite et broncho-pneumonie). C'est le lait qui est la cause

[1] Ueber die Einwanderung der Ankylostomum-larven von der Haut aus. *Deutsche Medizinische Wochenschrift*, 1904, nº 37.

[1] *Académie de Médecine*, 5 juillet 1904.

[2] Congrès de la Mutualité à Arras. Voir *Presse médicale*, 1904, nº 72.

principale de ce mal de misère. Le remède à tant de désastres est le lait de la mère ou, à défaut, le bon lait naturel de vaches saines, et c'est pourquoi l'auteur demande avec insistance l'extension des gouttes de lait et des consultations de nourrissons, dont nous avons déjà dit le noble effort et les bons résultats. Mais il faut aussi des mères, a fait remarquer M. Oui (de Lille), qui partage les idées de M. le Professeur Pinard, car la sauvegarde du nourrisson n'est pas suffisante : il faut chercher à préserver l'enfant pendant la vie intra-utérine, avant même sa procréation, en créant des refuges pour femmes enceintes et en instituant l'éducation maternelle des jeunes filles et même des fillettes. Enfin, M. Foubert est venu dire les bienfaits de la mutualité maternelle, qui assurerait à toutes les mères pauvres l'assistance à laquelle elles ont droit. Il serait à souhaiter que les conclusions de cette discussion si intéressante ne restassent pas à l'état de vœux platoniques, car la mutualité, qui est actuellement une force, peut faire beaucoup à ce point de vue ; et ce serait un très beau résultat que de faire baisser de moitié seulement le taux de la mortalité infantile qui, dans certains centres comme Saint-Omer, atteint 50 °/₀ pendant la première année.

§ 8. — Géographie et Colonisation

La traversée du Pas-de-Calais. — Le détroit du Pas-de-Calais a environ une trentaine de kilomètres de largeur; sa profondeur maximum est de 50 mètres. Le terrain sous-marin ainsi que les falaises à pic qui bordent le détroit de part et d'autre appartiennent aux formations crétacées. Des sondages méthodiques et renouvelés ont appris qu'au-dessous d'une couche de craie blanche fissurée et pénétrable par les eaux, le seuil du détroit renferme une couche de craie grise qui est, au contraire, compacte, homogène, imperméable, et « présentant la triple condition d'être assez tendre pour se laisser pénétrer avec facilité et rapidité, assez consistante pour écarter tout danger d'éboulement, suffisamment compacte, enfin, et dépourvue de fissures pour qu'on n'ait pas trop à craindre l'irruption des eaux de la mer[1] ». Et cette craie grise repose elle-même sur le Gault par l'intermédiaire d'une couche puissante de grès vert supérieur. De plus, grâce aux courants produits par le jeu des marées et qui traversent continuellement le détroit, la roche forme « un plateau lisse et régulier, presque horizontal, qu'il est aussi bien possible de perforer que d'utiliser pour en faire la base d'appui ou le socle de scellement de piles gigantesques devant supporter un ouvrage colossal établi au-dessus des eaux ». Ajoutons encore que sur la ligne directe Douvre-Calais apparaissent deux bancs sous-marins (de Varnes et de Colbart), dont la profondeur n'excède pas dix mètres. Ainsi, au point de vue technique, le détroit se prête à des modes différents de traversée.

L'idée première a été celle d'un souterrain : elle fut défendue par les ingénieurs Mathieu et Thomé de Gamond, et c'est probablement celle qui, aujourd'hui encore, a le plus de chance de réussite. En laissant de côté, d'une part la solution consistant à faire rouler sur un pont noyé, à 15 mètres au-dessous des plus basses eaux, un chariot émergeant au-dessus des plus hautes mers et pouvant porter à la fois quatre trains de chemin de fer, et, d'autre part, le projet d'organiser un navire spécial, sorte de ferry-boat ou de bac permettant de recevoir directement les trains de chemin de fer, qui passeraient ainsi, sans rompre charge, du territoire français sur le territoire anglais et inversement, il reste le projet de pont et celui de tunnel. Nous avons vu que ces deux projets sont géologiquement possibles. Deux critiques importantes sont adressées au premier : d'un côté, son coût élevé, évalué à 800 millions de francs; d'un autre côté, les obstacles qu'entraîneraient pour la navigation les piles, qui constitueraient autant d'écueils artificiels. Et, dans un détroit aussi sujet aux brumes, aux grains de vent, aux bourrasques de neige, et aussi fréquenté par des navires de toutes catégories, la seconde objection est fort grave. Elle n'atteint pas le projet de tunnel, dont la solidité est garantie par la nature des couches géologiques relevées et dont le coût serait quatre fois moins élevé que celui du pont, soit environ 200 millions. Or, si l'on évalue approximativement le rendement possible de cette entreprise, on voit que seul le tunnel serait assuré d'une large rémunération.

Il faut espérer que, pour le plus grand profit des deux nations intéressées, l'Angleterre cessera l'opposition qu'elle fit au projet vers 1882, et comprendra qu'en sa qualité de « plus grande distributrice de marchandises du monde », elle a le plus d'intérêt au perfectionnement des voies par lesquelles s'opère cette distribution. D'autre part, la suppression complète du transbordement entre le continent et le grand archipel britannique serait de nature à maintenir en France une partie du transit de l'Angleterre avec l'Ouest et la plus grande partie de l'Europe. Nous pourrions ainsi ranimer un peu le grand courant de Calais à Marseille, qui tend à s'affaiblir de plus en plus.

P. Clerget,
Professeur à l'Ecole de Commerce du Locle.

§ 9. — Enseignement

L'examen d'entrée à l'Ecole Polytechnique. — L'année 1904 aura vu une nouvelle et importante transformation dans les programmes d'entrée à l'Ecole Polytechnique et aux autres grandes écoles scientifiques. Nous sommes, il est vrai, habitués de longue date à voir ces programmes varier d'année en année. Ces variations, qui étaient d'ailleurs sans inconvénients, n'ont longtemps, il faut bien le dire, manifesté aucune idée directrice bien nette. Si nous ne nous trompons, elles ont quelquefois consisté à rétablir une année ce qu'on avait supprimé l'année précédente, ou inversement. Cette fois, il s'agit d'une réforme plus profonde, non seulement parce qu'elle a été préparée avec une certaine solennité, qu'elle a fait l'objet des travaux d'une Commission interministérielle recrutée parmi tout ce que les écoles scientifiques elles-mêmes, l'armée, le génie civil, l'Université, l'Institut pouvaient fournir d'hommes compétents; mais aussi parce que, chez ces hommes, un mouvement d'idées important s'opère depuis quelques années, qu'ils commencent à prendre conscience du but à atteindre et de la voie dans laquelle il convient de se diriger. Nous disons « commencent »; car, ce que l'on peut craindre, pour la réforme actuelle, c'est que l'accord ne soit pas encore fait sur les idées qui l'inspirent, qu'elle ne porte la marque de divergences et d'hésitations nombreuses, qu'elle ne puisse pas, dès lors, être considérée comme complète et définitive.

L'apparition de cette réforme n'a pas été, en tout cas, sans soulever un certain émoi parmi les professeurs de Mathématiques spéciales.

Le nouveau programme a effrayé par sa longueur : il se caractérise par beaucoup d'additions, peu de retranchements. Il faut, semble-t-il, laisser l'expérience juger de l'opportunité de ce système. Il est clair qu'il rend singulièrement difficile la tâche, déjà si lourde, des professeurs. Accroîtra-t-il, comme on est tenté de le craindre au premier abord, le surmenage des candidats? Ce n'est pas bien sûr. Au moment où la question du surmenage intellectuel dans les lycées était le plus à la mode, il a paru, fort justement, qu'une diminution des programmes d'entrée à l'Ecole Polytechnique n'améliorerait nullement la situation : « Si le nombre

[1] Ch. Lenthéric : La traversée du Pas-de-Calais. Bac, Pont ou Tunnel? in *Revue des Deux-Mondes*, 1er juin 1904. — Cf. également : Pierre Leroy-Beaulieu : Le tunnel sous la Manche, in *Economiste français*, 11 juin 1904. — F. Arnodin : La traversée de la Manche. Pont ou tunnel? *Rapport à la Chambre de Commerce d'Orléans*. 1 br., Orléans, 1904.

des matières exigées pour l'entrée à l'Ecole venait à diminuer, a-t-on écrit, les candidats s'attacheraient à les posséder plus à fond. » L'inverse sera très probablement vrai, et c'est là peut-être, ainsi que le pensait Sarrau et que l'a admis la Commission, le grand avantage de la réforme. Les candidats continueront, au moins les bons, à avoir une connaissance solide du programme ; mais, par la force des choses, ils seront obligés de ne plus s'assimiler les innombrables « colles » dont ils faisaient collection jusqu'à présent. Si cet espoir se réalise, on aura ainsi rendu le plus grand des services à la jeunesse et à la science françaises.

L'enseignement des Ecoles a donc été déchargé — au profit des cours de Mathématiques spéciales des lycées, s'il est permis de s'exprimer ainsi — de quelques chapitres assez gros : quadratures portant sur un radical du second degré, quadratures trigonométriques, intégration des équations différentielles du premier ordre et des équations linéaires les plus simples, en un mot, de toutes les parties élémentaires et usuelles du Calcul intégral.

A côté de ces additions au programme des lycées, auxquelles on ne peut rien reprocher sinon la place qu'elles tiennent, une autre entraîne plus loin encore, en un sens, les élèves de nos lycées. Ils auront à apprendre la théorie de la courbure des surfaces. C'est pénétrer à fond dans le calcul différentiel, dont cette théorie est loin d'être une des parties les plus simples. On ne voit aucune espèce de raison, à ce compte, pour exclure du programme de Mathématiques spéciales les lignes de courbure, les lignes asymptotiques, les lignes géodésiques, en un mot toutes les applications géométriques du Calcul infinitésimal.

D'autre part, la réforme actuelle n'a pas évité l'accident auquel nous faisions allusion en commençant : elle annule, sur un point, l'œuvre d'une réforme précédente. Le programme de 1903 rappelait, à juste titre, « quels graves inconvénients présente, pour la formation des débutants, le développement prématuré et trop rigoureux des théories qui touchent aux principes. Il est dangereux — ajoutait-il — d'insister sur des subtilités que seules des intelligences déjà rompues aux abstractions peuvent nettement percevoir, et un tel enseignement, même compris, ne saurait que rebuter de jeunes esprits, en leur dérobant, sous un appareil compliqué, l'intime simplicité des Mathématiques ». Il excluait, en conséquence, d'une manière absolue la théorie des incommensurables. Le programme publié en 1904 rétablit cette théorie. Il paraît cependant difficile de contester que le principe posé en 1903 ne fût la sagesse même. Le nouveau programme conseille, il est vrai, aux professeurs de ne pas s'étendre sur cette question et ajoute qu'ils pourront admettre l'extension aux nombres incommensurables des règles de calcul démontrées pour les nombres rationnels. Il est à craindre que cela ne suffise pas, en l'absence de défense formelle et précise, à empêcher ce sujet de prendre aux examens — et, par conséquent, dans l'enseignement — une importance qui sera toujours et forcément exagérée.

Une autre innovation sera, par contre, bien accueillie par les mathématiciens, aux yeux desquels elle s'imposait depuis longtemps. La légitimité des développements en séries entières sera tirée de l'étude de leurs propriétés, c'est-à-dire de leur véritable origine : la classique démonstration de la série de Taylor cessera donc de jouer, dans les classes de Mathématiques spéciales, le rôle nécessaire qu'elle y avait usurpé, contrairement à la véritable nature des choses. Du coup, le « reste de Cauchy » aura vécu. Disparues avec lui, les pénibles et artificielles démonstrations par lesquelles on apprenait à développer $L(1+x)$, arc tg x, $(1+x)^m$. Avec la règle de Duhamel, si heureusement supprimée déjà, cela épuise à peu près la liste des inutilités que les analystes de profession auraient, pour la plupart, été obligés de rapprendre s'ils avaient voulu se faire recevoir à l'Ecole Polytechnique.

Là se bornent les retranchements dans le domaine de l'Algèbre et de l'Analyse. Ceux qui ont été opérés en Géométrie analytique se réduisent malheureusement à peu de chose, malgré les efforts de la Commission : un peu de théorie des courbes algébriques — on ne pouvait guère réduire ici plus qu'on ne l'a fait — et quelques propriétés des coniques. Sur ce dernier point, on aurait pu, semble-t-il, être plus radical et, non content d'écarter la construction des axes d'une conique dont on connaît deux diamètres conjugués, ou la recherche des diamètres conjugués égaux de l'ellipsoïde, laisser définitivement en repos les cendres d'Apollonius. Ses théorèmes, fort beaux lorsqu'ils ont été découverts, n'ont plus aujourd'hui que la valeur d'exercices, ni plus ni moins intéressants que vingt autres que personne ne songe à mettre en évidence. Pourquoi aussi attirer l'attention, par une mention spéciale, sur les normales aux quadriques? La suppression de ces matières aurait pu compenser l'introduction, véritablement nécessaire, du rapport anharmonique et de l'homographie.

Mais la caractéristique du mouvement actuel est de rapprocher les sciences et leur enseignement de la réalité et de l'expérience. La Commission devait s'inspirer et s'est inspirée de cette tendance : on ne peut lui reprocher que de ne pas l'avoir fait assez résolument. Elle s'est intéressée, en premier lieu, à l'épreuve du calcul numérique : elle entend que cette épreuve ne soit plus bornée à une résolution de triangles, mais puisse porter sur une quelconque des applications, si variées, que comportent les Mathématiques spéciales.

D'autre part, le programme de Mécanique a été un peu augmenté : la Cinématique du solide y a été adjointe, ainsi que la notion de champ de forces.

Augmentation, aussi, sur le programme de Physique : on y ajoute l'Optique, une étude plus approfondie de la pesanteur, etc. En présence de la grande extension donnée aux autres parties de l'examen, peut-être aurait-il mieux valu, sans imposer ici de nouvelles connaissances, rendre plus sérieuses celles qu'on exigeait, leur assurer d'une manière certaine le caractère pratique et expérimental qu'on devait et qu'on voulait leur donner. C'est sur ce point que la réforme a été le plus timide. Il a été proposé à la Commission de faire passer les examens de Physique dans des laboratoires, en présence d'appareils dont les candidats auraient indiqué le fonctionnement et à l'aide desquels ils auraient exécuté des expériences. Elle n'a pas osé entrer dans cette voie, et s'est contentée d'autoriser les examinateurs à jeter un regard sur les cahiers de manipulations. Dans ces conditions, il est à craindre que le sage conseil, donné aux professeurs de Physique, de rendre leur enseignement aussi expérimental que possible, ne reste stérile.

Le labeur supplémentaire que la Commission impose aux futurs polytechniciens a, d'ailleurs, failli leur être évité pour cette année. Le Conseil de perfectionnement de l'Ecole polytechnique avait, en effet, usé assez largement de la faculté qui lui était laissée de considérer cette liste comme un maximum et d'en écarter certaines parties. Mais sa décision n'a pas été ratifiée, et le programme de la Commission est maintenu dans son intégralité. Nous avons dit qu'il n'y a point à cela d'inconvénient réel.

LES TISSUS DE REMPLACEMENT

PREMIÈRE PARTIE : L'HISTOLYSE

Tout organisme vivant se transforme et se renouvelle continuellement. A toutes les phases de son existence, — croissance, période dite d'état, sénescence, — nombre d'éléments cellulaires disparaissent, et d'autres les remplacent.

Bien que l'histogenèse prédomine dans la première phase, souvent on y constate déjà des phénomènes d'histolyse qui correspondent à des métamorphoses plus ou moins considérables. A leur suite apparaissent des processus néoformateurs, une histogenèse nouvelle, donnant, par une sorte de régénération, des tissus de remplacement.

Des faits de ce genre se retrouvent dans les groupes zoologiques les plus divers : le présent article a pour but de comparer et de classer, si possible, les résultats, parfois contradictoires en apparence, obtenus d'une manière indépendante par de très nombreux spécialistes. Nous serons amené à parler non seulement des métamorphoses proprement dites (et particulièrement chez les Insectes), mais aussi des phénomènes de résorption cellulaire et de sénescence, qui sont à la base des processus d'histolyse ; nous devrons parler également de la régénération et des processus néoplasiques, qui, dans le domaine de la Pathologie, sont comme une transposition de phénomènes analogues.

L'histolyse et l'histogenèse obéissent-elles à des lois générales; leurs processus sont-ils toujours identiques, ou, au moins, comparables?

Le problème de l'histolyse est le suivant : Dans quelle mesure un tissu dégénère-t-il par lui-même, dans quelle mesure et par quel mode subit-il l'action d'éléments étrangers; quels sont ceux-ci?

Le problème de la néo-histogenèse, d'autre part, consiste à trouver l'origine des tissus de remplacement.

On sait quel fut l'élan donné aux recherches sur l'histolyse par la découverte du processus phagocytaire, à tel point que la phagocytose passe encore, assez couramment, pour le mode fondamental et unique de toute histolyse.

D'autre part, la notion de spécificité cellulaire et de spécificité des feuillets embryonnaires, vigoureusement soutenue par nombre d'auteurs, est souvent présentée comme une sorte de dogme de l'Embryogénie, implicitement étendu à toutes les néoformations.

En examinant les faits qui paraissent le mieux établis, nous chercherons à montrer les parts respectives d'exagération et de vérité que contiennent ces doctrines.

Si, en fin de compte, les phénomènes naturels perdent à nos yeux de leur simplicité et sortent des cadres que nous avions tendance à leur imposer, nous saisirons de plus près la réalité des faits et leur harmonieux enchaînement.

C'est ainsi qu'à côté de la phagocytose proprement dite, véritable digestion intra-cellulaire, s'exerce également l'action humorale, autre mode, extérieur celui-là, de l'activité cellulaire.

C'est ainsi que la spécificité absolue des feuillets et des tissus est parfois mise en défaut : elle est, tout au moins, limitée à la première embryogenèse, et laisse de côté les processus de néo-histogenèse, de bourgeonnement et de régénération, qui subissent d'une manière plus spéciale des influences biomécaniques.

I. — La phagocytose.

§ 1. — La Phagocytose typique.

Le point de départ des recherches modernes sur l'histolyse a été le célèbre Mémoire sur la digestion intra-cellulaire, où Metchnikoff[1] montra que certaines cellules du mésoderme, chez de nombreux Invertébrés, peuvent éliminer, par ingestion, des substances étrangères à l'organisme. Ainsi se trouvait étendue à des éléments anatomiques de Métazoaires la faculté de l'Amibe, qui entoure de ses pseudopodes les petits corpuscules rencontrés au passage : la phagocytose consiste dans l'*englobement* de particules solides par une cellule mangeuse, suivi de leur digestion intra-cellulaire.

Les phagocytes mésodermiques, par une attaque directe des substances à éliminer, sont à la fois des défenseurs de l'organisme et des agents de transformations.

Les observations de Metchnikoff portèrent sur des Echinodermes (*Echiurus*, *Auricularia*, *Bipinnaria*), des Mollusques (*Phillirrhoe*), des Cténophores (*Beroë*), des Tuniciers (*Botryllus*), des

[1] Metchnikoff : Untersuchungen über mesodermalen Phagocyten einiger Wirbelthiere. *Biol. Centralblatt*, 1883.

Metchnikoff : Untersuchungen über die intracelluläre Verdauung bei wirbellosen Thieren. *Arbeiten Zool. Inst. Wien.*, t. V, 1883 (paru en 1884).

Metchnikoff : Leçons sur la pathologie de l'inflammation. Paris, 1892.

Metchnikoff : Etudes sur la résorption des cellules. *Ann. Institut Pasteur*, t. XIII, 1899.

Gastéropodes Opistobranches. Ses expériences consistèrent principalement à suivre l'ingestion de grains de carmin par les phagocytes, qui, dans ces cas, étaient des plastides amiboïdes du sang (fig. 1). Parfois même, les amibocytes se fusionnent en une cellule géante jouant le rôle d'un phagocyte de grande taille. Les éléments mésodermiques ne sont pas les seuls à être capables de faire de la phagocytose : des cellules de l'ectoderme peuvent agir de même, comme Metchnikoff l'a montré chez le *Plumularia* et Faussek chez le *Glochidium*.

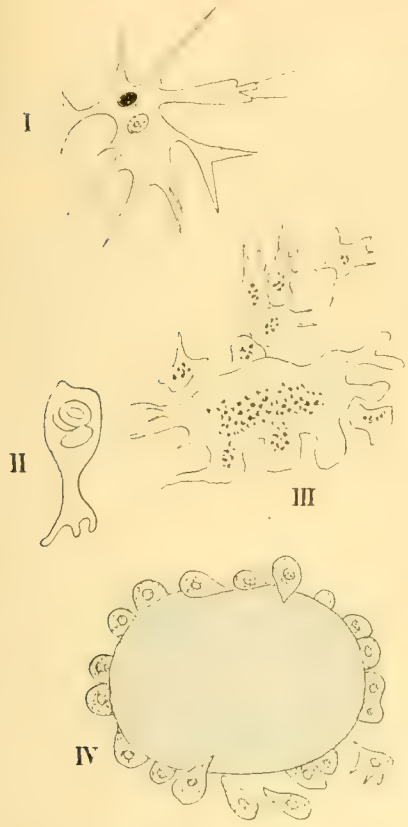


Fig. 1. — I. *Cellule amiboïde de Bipinnaria ayant englobé du carmin.* — II. *Amibocyte de Phillirrhoe ayant englobé des corpuscules sanguins de Discoglossus.* — III. *Formation d'une cellule géante de Phillirrhoe absorbant du carmin.* — IV. *Œuf de Sphœrechinus entouré par les leucocytes de Phyllirrhoe.* (D'après Metchnikoff.)

Quand les particules ingérées sont des cellules de l'organisme lui-même, on dit qu'il y a histolyse phagocytaire : c'est à ce processus que l'on assiste dans les métamorphoses des larves *Auricularia* des Synaptes et *Bipinnaria* des Astéries. Mais, si, dans les Mémoires qui s'occupent de l'histolyse, le mot phagocytose est souvent employé, il est beaucoup plus rare que les figures — quand il y en a — représentent l'englobement, qui, d'après Metchnikoff, caractérise ce phénomène de digestion intracellulaire. Cela tient, disons-le tout de suite, à ce que la phagocytose n'a pas été observée aussi souvent qu'on tend à le croire, et que ce processus, malgré son importance, n'a pas l'universalité qu'on lui attribue communément dans les processus de l'histolyse.

Passons d'abord en revue les exemples où la phagocytose proprement dite a été bien observée et figurée d'une manière démonstrative.

Hj. Théel[1] a suivi de près l'histolyse chez les Echinides : la métamorphose de la larve *Pluteus* est considérable, puisqu'elle nécessite la résorption non seulement de tissus mous, mais aussi de tiges calcaires qui formaient une charpente interne ; enfin, l'orientation et la symétrie sont complètement modifiées dans l'histogenèse consécutive. L'observateur suédois a pu voir, *in vivo*, par transparence, la résorption et la destruction du squelette calcaire par le moyen de cellules amiboïdes à grands pseudopodes, qui entourent les spicules et les dissolvent par une sorte d'action corrosive et par digestion intra-cellulaire (fig. 2).

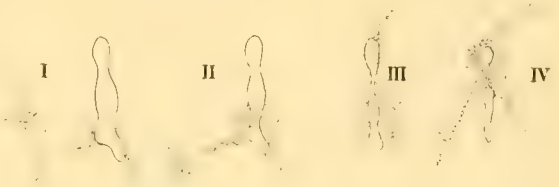


Fig. 2. — *Divers stades de la résorption d'un spicule calcaire d'Echinoderme par un amibocyte.* (Observé sur le vivant par Hj. Theel.)

Ces cellules mésodermiques sont, d'ailleurs, différentes des calcoblastes, qui, à un stade moins avancé, avaient élaboré la substance inorganique. Agissant soit isolément, soit après fusion en cellules géantes, ces éléments se comportent comme de véritables phagocytes.

L'histolyse phagocytaire a été signalée dans de nombreux cas de métamorphoses ; mais elle n'en est pas nécessairement le phénomène initial, comme l'a montré Calvet chez les Bryozoaires[2]. Au moment où les produits sexuels sont arrivés à maturité, le polypide s'immobilise, se détache de la paroi de sa loge, et se rétracte en une masse où se confondent plus ou moins les tentacules et le tube digestif. La partie antérieure (gaine tentaculaire, œsophage) se désagrège, tandis que le reste du tube digestif (estomac, rectum) se condense en un corps brun d'où disparaît bientôt toute structure cellulaire (fig. 3). Mais le revêtement péritonéal ne se désagrège pas : les leucocytes de la cavité générale,

[1] Hjalmal Théel : Notes on the formation and absorption of the skeleton in the Echinoderms. *Ofversigt af Kongl. Vetenskaps Akademiens förhandlingar*, Stockholm : Comptes rendus de l'Ac. des Sc. de Stokholm, t. LI, 1894, p. 345.

[2] Calvet : Les Bryozoaires ectoproctes marins. *Thèse de la Fac. des Sc. de Montpellier*, 1900.

dont le nombre s'est accru, attaquent la partie supérieure de ce qui était le tube digestif, qu'ils englobent par fragments (leur teinte jaunâtre les faitre connaître au milieu des autres éléments).

Le rôle de la phagocytose est bien moindre dans l'histolyse du muscle rétracteur, dont les fibres dégénèrent et forment des sarcolytes analogues à ceux que l'on retrouve chez certains Insectes. Ces sarcolytes sont mis en liberté dans la cavité générale : on ignore leur évolution ultérieure.

Quant au corps brun, il n'est pas phagocyté, mais il sera expulsé en bloc, après être passé de la cavité générale dans un tube digestif de nouvelle formation.

Chez les Phoronidiens, Roule[1] a décrit une histolyse analogue au moment de la métamorphose de la larve Actinotroque en Phoronis : après s'être rétractés, les tentacules et le lobe préoral se détachent ; une sorte de poche interne, qui s'ouvre sur la face ventrale, se dévagine et constitue la nouvelle paroi du corps. Les fibres musculaires du lobe préoral sont détruites par phagocytose. Les phagocytes ont, ici, une double origine : les uns sont de véritables leucocytes ; d'autres sont des éléments détachés de la somatopleure et devenus amiboïdes. Au reste, cette attaque des éléments musculaires par les phagocytes est précédée par une dégénérescence des fibres et de la paroi du corps.

Le tube digestif échappe à cette régression en passant dans la poche dévaginée qui forme le corps définitif[2].

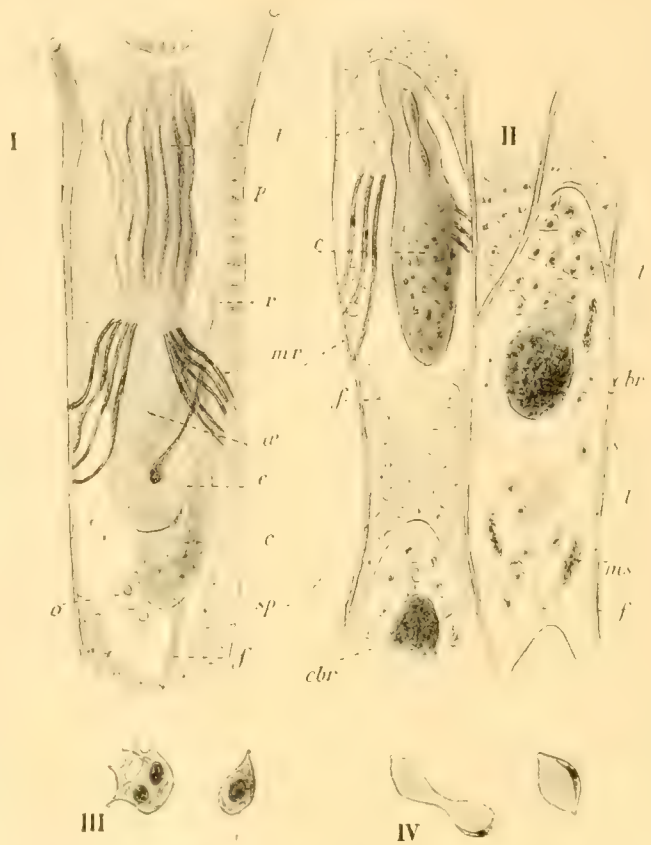


Fig. 3. — *Métamorphose d'un Bryozoaire* (*Bugula Sabatieri*). — I. *Individu normal.* — II. *Groupe d'individus, celui de droite étant en histolyse* : *cbr.*, corps brun ; *l*, leucocytes ; *ms*, cellules du mésenchyme ; *t*, tentacules rétractés dans leur gaine : *œ*, œsophage ; *e*, estomac ; *c*, cœcum ; *r*, rectum ; *f*, funicule ; *mr*, muscles rétracteurs ; *p*, muscles pariétaux ; *o*, ovaire ; *sp*, spermatoblastes. — III. *Leucocytes.* — IV. *Sarcolytes*, vus à un plus fort grossissement.

Les Tuniciers, par leur faculté de bourgeonnement et par leurs métamorphoses, peuvent être rapprochés des Bryozoaires au point de vue biologique. On sait que, dans les colonies âgées d'Ascidies composées (*Distaplia*, *Morchellium*), on observe, de place en place, des amas compacts, matériaux de dégénérescence représentant le corps d'individus histolysés. La régression de ces individus, ainsi que celle du post-abdomen des Polyclinidés, a été bien décrite par Caullery[1]. Cet auteur, bien qu'il attache une importance prépondérante à la phagocytose dans l'histolyse, arrive aux conclusions suivantes : Chez les *Distaplia*, l'histolyse consiste au début en une simple dissociation des éléments cellulaires (de l'estomac, du ganglion nerveux, du cœur et de l'ectoderme) ; dans une deuxième phase du processus interviennent des cellules amiboïdes, qui jouent le rôle de phagocytes vis-à-vis des débris tissulaires (ovules fragmentés, cellules musculaires en dégénérescence, etc.), et deviennent des sphères à contenu soit filamenteux, soit granuleux, dont l'évolution ultérieure est difficile à suivre.

Malgré l'absence de figure se rapportant à ce point particulier, il semble bien que l'auteur ait observé l'ingestion qui caractérise la digestion intracellulaire ; néanmoins, en d'autres passages de son travail (histolyse du post-abdomen des Polyclinidés, nutrition du bourgeon), il formule des réserves qui trouveront mieux leur place dans un des paragraphes suivants.

[1] Roule : Métamorphose de la larve Actinotroque. *C. Rendus Soc. Biologie*, 1900, p. 439 et 441.

[2] Les nouveaux muscles dérivent de cellules de l'ancienne somatopleure : ces myoblastes « imaginaux » sont donc frères des phagocytes de la deuxième catégorie mentionnés ci-dessus.

[1] Caullery : Contribution à l'étude des Ascidies composées. *Bull. Scientif. de la France et de la Belgique*, t. XXVII, 1895.

§ 2. — Organes phagocytaires et organes agglutinants.

Dans certains interradius des Synaptes existent, comme l'a montré Cuénot[1], des sortes d'entonnoirs pédonculés, disposés par paquets alignés. Les cellules de la paroi interne sont ciliées : chaque entonnoir contient de nombreux phagocytes capables d'agglutiner et d'englober des corpuscules, par exemple d'encre de Chine (fig. 4).

Les Sipunculiens possèdent des urnes analogues,

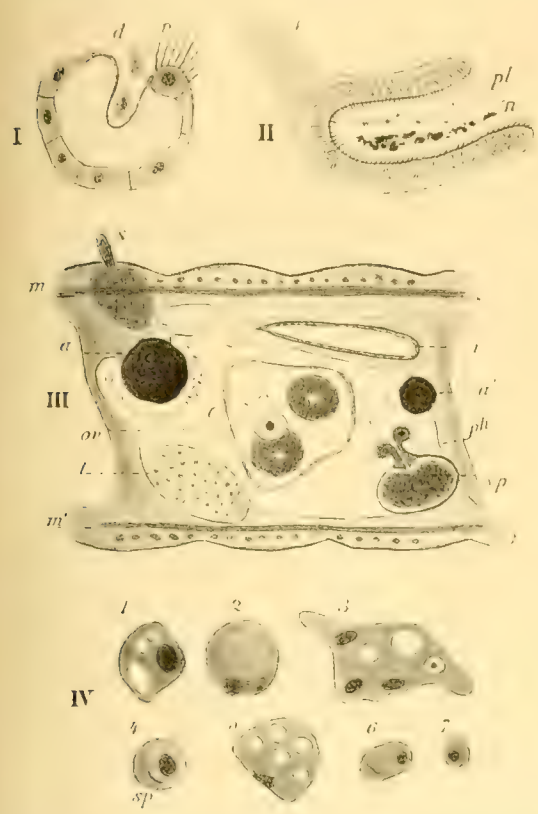


Fig. 4. — *Organes agglutinants et cilio-phagocytaires.* — I. Urne libre d'un Sipunculien (*Physconosoma granulatum*); *v*, cellule vibratile; *d*, cellules en dégénérescence. (D'après Cuénot.) — II. Urne de *Synapta digitata* : *f*, pedoncule (d'après Cuénot); *n*, encre de chine; *pl*, plasmode en dégénérescence. — III. Coupe de *Hemiclepsis marginata* : *ph*, organe phagocytaire; *sp.*, spermatozoïdes englobés; *s*, spermatophore implanté sur le tégument; *a'*, amas de spermatozoïdes; *c*, cœlome où sont des spermatozoïdes; *ov*, coupe de l'ovaire avec un ovule et deux masses nutritives; *t*, testicule; *mm'*, muscles. (D'après Brumpt.) — IV. Eléments phagocytaires d'Hirudinées plus grossis : 1, 2, 3, cellules de l'organe phagocytaire; 4, phagocyte testiculaire; 5, 6, 7, phagocytes du cœlome.

fixées à l'intestin, ou libres dans la cavité générale : elles présentent à l'avant une volumineuse cellule ciliée. Dans l'intérieur des urnes sont dissous les détritus cœlomiques, soit par l'action des phagocytes, soit par une diastase sécrétée à l'intérieur de cet estomac minuscule : dans ce cas, il ne s'agirait plus de phagocytose proprement dite, mais d'action diastasique externe, assez comparable, en somme, à ce qui se produit dans le tube digestif des animaux. Cet exemple offre une transition très naturelle avec ce que nous décrivons plus loin sous le nom de lyocytose.

Certaines Hirudinées présentent également dans leur cœlome des organes ciliés phagocytaires en forme de bouteille, dont Brumpt a étudié la structure et la fonction[1]. Leur rôle est d'absorber et de détruire l'excès de spermatozoïdes qui a pénétré à la suite de la curieuse fécondation hypodermique observée chez ces Vers par le même auteur. Les phagocytes de ces organes ciliés sont les mêmes que ceux de la cavité générale : on les retrouve dans les organes génitaux, où ils font disparaître, par digestion intracellulaire, les masses résiduelles de la spermatogenèse.

Les organes agglutinants et cilio-phagocytaires des Hirudinées dérivent d'entonnoirs néphridiens modifiés : il en est de même chez les Polychètes[2]. Chez les vers Oligochètes, c'est l'épithélium néphridien qui se différencie en dessous de l'entonnoir et forme une sorte de filtre où sont phagocytées les substances injectées dans le cœlome, bleu ou encre de Chine (Schneider)[3].

Depuis longtemps, Cuénot a fait connaître les organes phagocytaires de beaucoup d'autres Invertébrés, indépendants des phagocytes libres que l'on retrouve un peu partout : du sang frais et défibriné de Mammifères est injecté dans la cavité générale, et la résorption des hématies peut être observée et facilement suivie par la coloration jaunâtre communiquée aux organes phagocytaires. Chez les Gastéropodes pulmonés (*Helix*, *Arion*, *Limax*), ces organes sont représentés par de grandes cellules vésiculeuses du tissu conjonctif, dénommées cellules de Leydig. Dans le manteau de Lamellibranches tels que l'Anodonte, existent des éléments analogues, comme l'a montré Moynier de Villepoix[4]. Enfin, chez l'Écrevisse, les organes phagocytaires sont représentés par les glandes branchiales.

Il n'existe pas d'appareils analogues chez les

[1] Cuénot : Organes agglutinants et organes cilio-phagocytaires. *Arch. Zool. expérimentale*, 3e série, t. X, 1902, p. 80.

Cuénot : *Arch. de Zool. expérimentale*, 1892, n° 2. (Notes et Revues, II.)

[1] E. Brumpt : Reproduction des Hirudinées. *Thèse de la Fac. Sc. de Paris*, janvier 1901. (Imprimerie Le Bigot, Lille.)

[2] Goodrich : On the nephridia of the Polycheta. *Quart. Journ. microsc. Sc.*, t. XII, 1898, p. 439; 1893, t. XXXIV, p. 387; 1900, t. LXLIII, p. 899.

[3] Schneider : Ueber phagocytäre Organe und Chloragogenzellen der Oligochäten. *Zeitschrift f. wiss Zool.*, t. LXI, 1896, p. 363.

Schneider : Ueber Phagocytose und Excretion bei den Anneliden. *Zeitsch. f. wiss Zool.*, t. LXVI, 1899, p. 497.

[4] Moynier de Villepoix : *Journ. de l'Anat. et de la Physiol.*, 1893, fasc. 1.

Insectes, dont les leucocytes eux-mêmes sont relativement peu actifs et n'englobent pas les hématies inoculées dans leur cœlome.

§ 3. — **La Phagocytose chez les Insectes.**

Parmi les animaux terrestres, les Insectes ont fourni des exemples, devenus classiques, de la phagocytose leucocytaire. Sous l'influence des idées de Metchnikoff, Kowalewsky[1], puis van Rees[2], reprirent l'étude des métamorphoses des Diptères, dont le consciencieux travail de Viallanes n'avait point donné d'interprétation satisfaisante.

Les muscles des Muscides, dès le début de la nymphose, présentent une évolution typique : accolement des leucocytes; expansion de pseudopodes

Fig. 5. — *Phagocytose des muscles pendant la métamorphose des Muscides.* (D'après Kowalewsky.) — A. *Début de l'histolyse*; *n*, *n'*, noyaux musculaires; *l*, leucocytes. — B. *Histolyse plus avancée*; morcellement de la fibre musculaire. — K. Körnchenkugeln plus grossis; *s*, fragments de muscle englobés.

pénétrant dans la masse contractile et la découpant en fragments de plus en plus petits (fig. 5); englobement de ces fragments par les cellules mangeuses, qui, dans ce cas, sont remises en liberté dans la cavité générale avant que la digestion intra-cellulaire soit achevée ; les phagocytes encore chargés d'inclusions ont été nommés par ces auteurs *Körnchenkugeln*, ou *boules à noyaux*.

La destruction des muscles, dans la métamorphose de certains Diptères, avec phagocytose leucocytaire, avec formation de Körnchenkugeln, a été vérifiée depuis par Henneguy[1] (sur le *Calliphora vomitoria*), par Kellog[2] (chez le *Blepharocera capitata*), par Vaney[3] (chez le *Gastrophilus equi*). Les Körnchenkugeln ont été vus également par Korotneff[4], par Berlese[5], par Supino[6], mais ils ont reçu de la part de ces auteurs des interprétations douteuses ou même inexactes.

La phagocytose a encore été décrite chez d'autres Arthropodes, pour les muscles d'un Crustacé, l'*Hemioniscus balani*, dont elle cause la dégénérescence dans les cas de métamorphose[7].

Kowalewsky décrivit pour d'autres tissus des phénomènes analogues; l'hypoderme, les glandes salivaires tardives sont également, dans l'espèce qu'il a étudiée, la proie des phagocytes. La première figure de son Mémoire (pl. 26, fig. 1), représentant une section transversale du corps de la nymphe, où les phagocytes se détachent clairement en rouge, montre le rôle prépondérant de la phagocytose dans la métamorphose.

L'auteur figure même des phagocytes jusque dans l'intestin, où l'on sait actuellement qu'il n'y en a jamais. L'élan était donné, et, pendant près de quinze ans, on étendit implicitement à tous les tissus, à tous les Insectes, et à toutes les métamorphoses, un processus particulier qui ne se rencontre que dans des cas relativement rares.

Les recherches les plus récentes ont montré que cette phagocytose bien caractérisée et authentique ne se rencontre guère que chez certains Diptères cycloraphes (muscles, hypoderme, glandes salivaires du *Gastrophilus*, d'après Vaney; muscles et glandes salivaires du *Blepharocera*, d'après Kellog). Il n'est toutefois pas impossible de retrouver de la phagocytose chez d'autres Insectes, par exemple dans l'histolyse des glandes salivaires et des tubes de Malpighi de la *Formica rufa* (Pérez[8]). Dans

[1] Kowalewsky : Beiträge zur nachembryonalen Entwicklung der Musciden. *Zool. Anz.*, t. VIII, 1885, p. 98.

Kowalewsky : Beiträge zur Kenntniss der nachembryonalen Entwicklung der Musciden. *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, t. XLI, 1887, p. 542.

[2] Van Rees : Beiträge zur Kenntnis der inneren Metamorphose von *Muska vomitoria*. *Zool. Jahrb. Spengel Anat.*, t. III, 1888.

[1] Henneguy : Le corps adipeux des Muscides pendant la métamorphose. *C. R. Acad. Sc.*, t. CXXXI, 1900. — Les Insectes, Paris, Naud, 1904.

[2] Kellog : Phagocytosis in the postembryonic development of the Diptera. *Americ. Natur.*, t. XXXV, 1901.

[3] Vaney : Contribution à l'étude des larves et des métamorphoses des Diptères. *Ann. de l'Université de Lyon*, nouvelle série, Sciences, fasc. 9, 1902 (avec bibliographie).

[4] Korotneff : Histolyse und Histogenese des Moskelgewebes. *Biol. Centralblatt.*, t. XII, 1892.

[5] Berlese : Osservationi su fenomeni che avvengono durante la ninfosi. *Rivista di Patologia vegetale*, t. VIII, 1899, et t. X et XI, 1900-1901 (avec bibliographie).

[6] Supino : Sviluppo postembryonale delle *Calliphora erythrocephala*. *Boll. Soc. entomol. ital.*, t. XXXII, 1900, p. 192.

[7] Caullery et Mesnil : Du rôle des phagocytes dans la dégénérescence des muscles chez les Crustacés. *C. Rend. Soc. Biologie*, janvier 1900.

Caullery et Mesnil : Recherches sur l'*Hemioniscus balani*. *Bull. Scientif. France et Bel.*, t. XXXIV, 1901.

[8] Pérez : Contribution à l'étude des métamorphoses. *Bull. Scient. France et Belgique*, t. XXXVII, 1902 (avec bibliographie).

bien d'autres cas, on a pu déceler quelques inclusions dans des leucocytes, trahissant quelque phagocytose parcellaire et restreinte; celle-ci ne joue alors qu'un rôle très accessoire dans le phénomène métabolique.

§ 4. — La Phagocytose chez les Vertébrés.

Il était naturel que l'on recherchât si des faits analogues se passent chez les Vertébrés, qui présentent des métamorphoses aussi évidentes que les Batraciens. La résorption de l'appendice caudal du têtard s'accompagne d'une histolyse musculaire qui a donné lieu à des interprétations diverses. La fibre musculaire diminue de volume et se sépare du sarcolemme. Le sarcoplasme augmente d'épaisseur et contient de nombreux noyaux alignés le long de la substance contractile. Peu après, la fibre se morcèle en *sarcolytes* de tailles variées. Les uns — et ils sont nombreux — ne contiennent que de la substance contractile; d'autres emportent avec eux des fragments nucléaires. Cet aspect a été interprété par Bataillon[1] comme une phagocytose leucocytaire, et par Metchnikoff[1] comme une autophagocytose musculaire; plus récemment, Nœtzel[2] arrive à une conclusion analogue.

Nos préparations sur le même sujet nous ont amené à penser que les noyaux multiples des muscles en histolyse ont, en très grande majorité, une origine musculaire : il n'est toutefois pas impossible qu'il ne s'y adjoigne pas quelques leucocytes et quelques cellules conjonctives. D'autre part, les prétendues figures de phagocytose automyoblastique ne sont que des aspects de la dégénérescence, laquelle porte aussi sur tous les sarcolytes et sur certains noyaux; ceux-ci, déformés, fragmentés, altérés, se résorbent à leur tour. Il convient toutefois d'ajouter que l'évolution ultérieure de tous ces fragments nucléaires, ou *caryolytes*, n'est pas identique : certains d'entre eux gardent une forme arrondie; accolés ou non à des sarcolytes, ils simulent plus ou moins des leucocytes, et donnent lieu à des figures qui ont pu

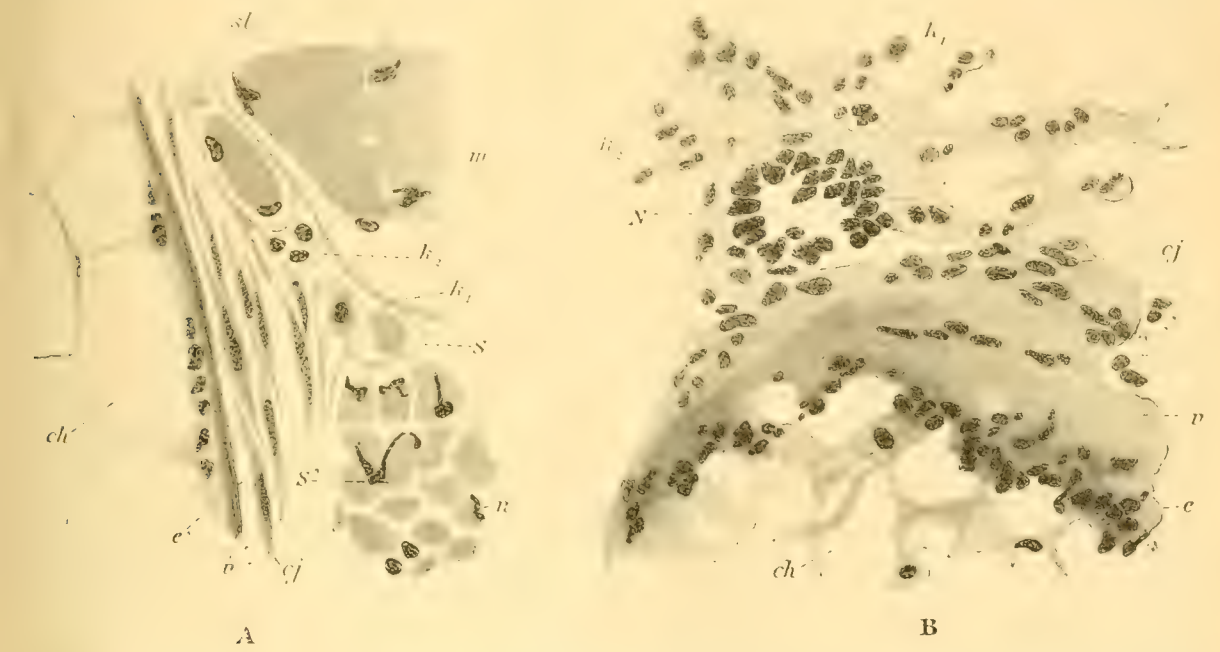


Fig. 6. — *Histolyse de la queue d'un Têtard de Grenouille* (*Rana agilis*), *le surlendemain de l'apparition des pattes antérieures*; la longueur de l'organe caudal a été réduite de 25 à 10 millimètres. — A. *Portion d'une coupe transversale, voisine de la base de la queue*; *ch*, chorde dorsale d'aspect normal; *é*, épithélium de la chorde; *v*, membrane vitrée; *cj*, conjonctif périchordal; *m*, faisceau musculaire séparé de son sarcolemme *sl*; le myoplasme commence à se fragmenter; les noyaux deviennent polymorphes; *SS'*, sarcolytes, disparaissant peu à peu dans le liquide cavitaire : les uns sont sans noyaux (S); d'autres contiennent des noyaux polymorphes et fragmentés (*n*); ceux-ci deviennent des caryolithes (k_1, k_2), ayant ou non autour d'eux des restes de myoplasme. — B. *Coupe transversale du même organe caudal, mais voisine de l'extrémité*. L'histolyse est beaucoup plus avancée; on retrouve de nombreux caryolithes (k_1, k_2). Les travées de la chorde *ch* sont effondrées, froissées : l'organe a subi une grande diminution de volume. Les cellules de l'épithélium chordal (*e*), serrées et nombreuses, sont en dégénérescence. La vitrée (*v*) est très épaissie, sans limites nettes avec le conjonctif *cj* qui l'envahit. Le tube nerveux (N) subit une dégénérescence pigmentaire et ses cellules tendent à se dissocier. — (Préparation fixée au Zenker; coloration au glycohémalun et à l'éosine; objectif 1/12.)

[1] Bataillon : Métamorphoses des Batraciens anoures. *Ann. Univers. Lyon*, t. II, fasc. 1, 1891.

[1] Metchnikoff : Atrophie des muscles pendant la métamorphose des Batraciens. *Ann. Inst. Pasteur*, 1892.

[2] Nœtzel : Die Rückbildung in Gewebe und Schwang der Froschenlarve. *Arch. für mikrosk. Anat.*, t. LXV, 1895, p. 475 à 512 (avec bibliographie).

être interprétées comme de la phagocytose. Ce qui ne peut faire de doute, c'est que la grande masse des sarcolytes dégénère librement, indépendamment de tout noyau, et qu'on ne peut en aucune manière interpréter leur régression comme due à la phagocytose intracellulaire.

Les métamorphoses des Batraciens et les dégérescences qui les accompagnent n'ont montré à Nœtzel aucune de ces interventions leucocytaires, acceptées par Barfürth[1] et par Bataillon, données comme possible par Loos. Nœtzel décrit toutefois, dans la résorption de la chorde dorsale, la pénétration de cellules étoilées et anastomosées de la couche conjonctive périphérique que les auteurs précités ont, sans doute, pris pour des leucocytes.

Nous avons constaté cette invasion de l'épithélium chordal en dégénérescence, par les gros éléments conjonctifs voisins qui s'en nourrissent, sans qu'il soit possible de décrire d'amiboïsme étoilé ni de phagocytose typique (fig. 6).

La régression de la peau, du système nerveux, de l'appareil circulatoire ne présente aucun phénomène de phagocytose, ni même d'affluence leucocytaire.

Dans son important travail de 1891, Bataillon a bien mis en évidence le mode de régression des noyaux épithéliaux, qui s'accompagne de l'émission de *balles* et de *boyaux chromatiques*, suivie de *dégénérescence pigmentaire* : ce processus paraît très général, et l'on sait que le pigment est particulièrement abondant à la partie terminale de la queue, où l'histolyse est la plus avancée.

Pérez, qui s'est particulièrement appliqué à mettre en relief les faits de phagocytose pour les opposer à la dissolution humorale ou lyocytose, dont nous aurons bientôt à parler, a signalé des faits intéressants touchant la résorption des ovules chez les Tritons[2]; sous l'influence du jeûne, les ovules suffisamment évolués sont digérés par les cellules du follicule qui les entourent : celles-ci se bourrent de granules de vitellus, qui se transforment en gouttelettes de graisse ; puis il se produit une invasion, mais modérée, de leucocytes qui contribuent, pour une faible part, à l'englobement et à la digestion des restes ovulaires. Les véritables phagocytes sont ici les cellules du follicule qui, normalement, nourrissent les ovules.

Ces faits sont fort intéressants, mais ils apparaissent avec un caractère plutôt exceptionnel. Des observateurs tels que Slaviansky, Flemming, Paladino, Henneguy[1], après avoir étudié l'atrésie des follicules de Graaf chez les Mammifères et chez quelques autres Vertébrés, concluent à des dégénérescences chromatolytiques graisseuses et hyalines; aux derniers stades seulement de la régression, des leucocytes pénètrent parfois dans l'ovule; mais cela n'est pas constant et leur rôle phagocytaire est fort limité.

Dans les œufs riches en vitellus nutritif (Oiseaux, Reptiles, Batraciens), Henneguy a constaté, au contraire, que les leucocytes sont plus abondants et jouent alors véritablement le rôle de phagocytes.

§ 5. — Théorie de la Sénescence.

Les phénomènes d'atrophie nous amènent à dire quelque mots de la sénescence et des dégénérescences pathologiques. C'est un fait bien certain que l'un des caractères de la vieillesse d'un tissu est son envahissement par le conjonctif, corrélatif d'une résorption de l'élément noble fonctionnel (cellule glandulaire, fibre musculaire). Qu'il y ait là une sorte d'antagonisme entre l'élément différencié et vieilli et l'élément indifférencié plus vigoureux, cela n'est pas douteux. Il semble que le conjonctif subisse une sorte d'irritation lors de la sénescence de l'organisme et que, par sa prolifération et sa sclérose, il étouffe véritablement les éléments plus différenciés (Demange) : c'est ce qui se passe pour la rate (Pilliet), pour les ganglions lymphatiques (Sacharov), les fibres élastiques (Boulatov); les cellules de la névroglie, plus abondantes chez le vieillard, sont peut-être une cause de dégénérescence des cellules nerveuses[2]. Mais ces actions rentrent-elles dans le cadre si précis de la phagocytose? C'est un point qui demanderait à être vérifié. Non seulement l'origine des éléments envahisseurs est encore le plus souvent douteuse, mais le mode d'attaque est décrit par les auteurs en termes vagues et imprécis, qui n'éveillent nullement l'idée d'englobement et de digestion intracellulaire, mais bien plutôt d'une action qui s'exerce dans le voisinage, à quelque distance, ou tout au plus au contact. Dans son récent et curieux ouvrage[3], Metchnikoff figure des macrophages attaquant un tube rénal ou une cellule nerveuse de vieillards, et ailleurs des chromophages opérant le blanchiment d'un cheveu. Faut-il voir là un processus général de la sénescence? Des observations

[1] Barfurth : Die Rückbildung des Froschenlarvenschwanges und die sogenannten Sarkoplasten. *Arch. f. mikr. Anat.*, t. XXIX, 1887.

[2] Perez : Sur la résorption phagocytaire des ovules chez les Tritons. *Ann. Instit. Pasteur*, t. XVII, octobre 1903, p. 617.

[1] Henneguy : Recherche sur l'atrésie des follicules de Graaf. *Journ. de l'Anat. et de la Physiol.*, 1894.

[2] Metchnikoff : Revue de quelques travaux sur la dégénérescence sénile. *Année Biologique* pour 1897 (avec bibliographie).

Metchnikoff : Etudes biologiques sur la vieillesse. I. Sur le blanchiment des cheveux et des poils. *Ann. Inst. Pasteur*, t. XV, 1901.

[3] Metchnikoff : Etudes sur la nature humaine. Paris, Masson, 1903.

contradictoires faites à ce sujet par Marinesco commandent plus de réserve. Si le processus phagocytaire a été positivement constaté dans certain cas, nombreux sont les exemples où la sénescence n'est accompagnée d'aucun phénomène semblable. Et puis, toute intervention leucocytaire aboutit-elle nécessairement à la phagocytose : cela est loin d'être prouvé.

Les mêmes remarques sont applicables à la dégénérescence pathologique du muscle. Dans la maladie de la trichinose, Soudakevitch a vu le sarcoplasme hypertrophié entourer et digérer la substance contractile qui se résorbe peu à peu : ceci est de la phagocytose myoblastique analogue à celle dont nous avons parlé plus haut. D'autre part, de Bück et van Haelst[1], dans un cas de kyste musculaire ayant entraîné la dégénérescence du muscle, ont constaté qu'il n'y avait aucune intervention phagocytaire et que le conjonctif lui-même ne jouait qu'un rôle accessoire.

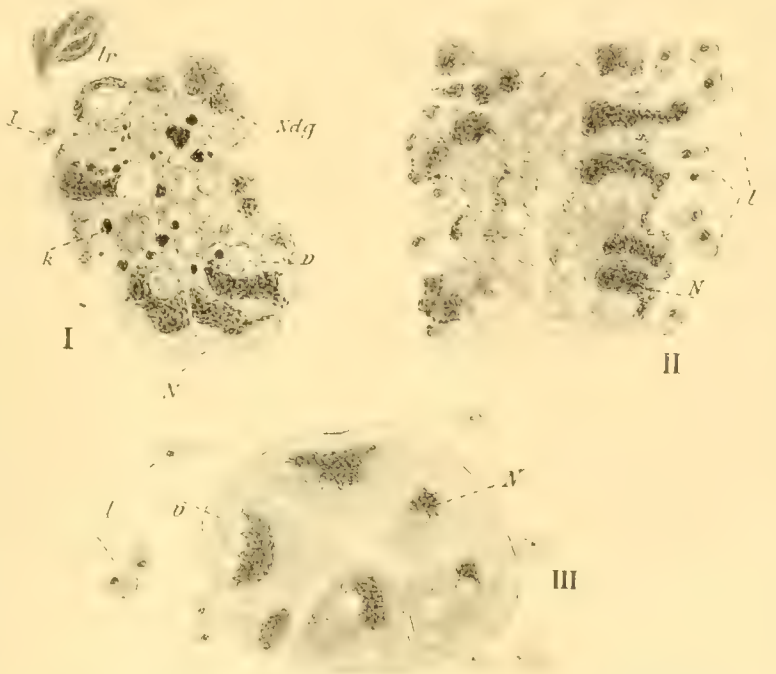


Fig. 7. — I. *Histolyse d'une glande salivaire au début, sans intervention leucocytaire.* N, *Ndg*, noyaux en dégénérescence; *k*, masses chromatiques en histolyse; *v*, vacuoles du protoplasme dont les contours cellulaires ont disparu. — II. *Stade plus avancé de la même glande, avec concours de leucocytes l, mais sans phagocytose proprement dite.* — III. *Histolyse d'un tube de Malpighi.* — Ces figures sont des portions agrandies de *gld* et TM' de la figure 8. (D'après Anglas.)

En résumé, l'action phagocytaire, bien prouvée et particulièrement nette dans certains cas, nous apparaît comme une modalité spéciale de l'action cellulaire, comme un terme limite, une forme violente, dont il nous reste à étudier d'autres processus qui ne lui cèdent en rien pour leur importance et leur fréquence.

II. — La lyocytose

§ 1. — Avec immigration de leucocytes.

L'histolyse des glandes salivaires larvaires de certains Hyménoptères, tels que la Guêpe ou l'Abeille, sera un excellent exemple de transition entre la phagocytose et la lyocytose, qui a été aussi nommée régression chimique ou digestion humorale[1]. Peu après que ces organes ont sécrété le cocon soyeux dont la larve tapisse sa logette, une dégénérescence manifeste se produit dans les grosses cellules qui composent les tubes sécréteurs: vacuolisations du protoplasme, fragmentation et perte de structure du noyau, qui se vacuolise à son tour ; disparition des limites cellulaires et leur diffluence vers l'intérieur du tube ; la membrane externe persiste toutefois plus longtemps. Bientôt, dans le voisinage de l'organe en dégénérescence apparaissent les leucocytes en nombre variable, mais toujours peu abondants dans l'exemple que nous avons choisi. Quelques-uns d'entre eux s'appliquent contre la membrane externe, mais le plus grand nombre restent à quelque distance, comme s'ils investissaient la place (fig. 7). La dégénérescence de la glande salivaire en est considérablement activée. La membrane externe disparaît à son tour : quelques leucocytes s'introduisent sur le territoire déjà fortement histolysé, et celui-ci achève rapidement de se dissoudre et de disparaître.

Quelle est l'action des leucocytes ? En comparant leur immigration aux cas où il y a phagocytose évidente(glandes salivaires des Fourmis, muscles de Muscides), il est certain qu'ils viennent jouer un rôle destructeur analogue. Toutefois, il n'y a pas englobement de débris tissulaire ; tout au moins la présence d'inclusions dans ces leucocytes n'est-elle pas constante, et les particules ingérées sont de dimensions minimes. Il n'y a pas de ces Körnchen-

[1] De Bück et Van Haelst : Mémoire présenté par Rommelaire. *Bulletin Acad. Roy. de Médecine de Belgique*, 4e série, t. XV, novembre 1901, p. 765.

[1] Anglas : Nouvelles observations sur les métamorphoses internes. *Arch. d'Anat. microscopique*, t. V, fasc. 1, avril 1902 avec bibliographie). — Les phénomènes des métamorphoses internes, Paris, 1902 (*Scientia*, n° 17).

kugeln, dont le volume correspond à peu près à la masse de l'organe phagocyté. Le rôle phagocytaire, s'il existe, est fort restreint et hors de proportion avec la masse de l'organe qui disparaît, comme avec la rapidité de cette disparition. Mais, devant la présence des leucocytes ayant hâté le phénomène, il est vraisemblable de leur attribuer des sécrétions histolysantes qui dissolvent le tissu déjà dégénéré.

La même chose se passe au niveau des tubes de Malpighi (TM'; fig. 8), mais avec une nouvelle atténuation de l'intervention leucocytaire : les éléments migrateurs sont moins nombreux encore, et ils ne pénètrent point sur le territoire de l'organe excréteur, qu'ils se contentent d'envahir de plus ou moins près.

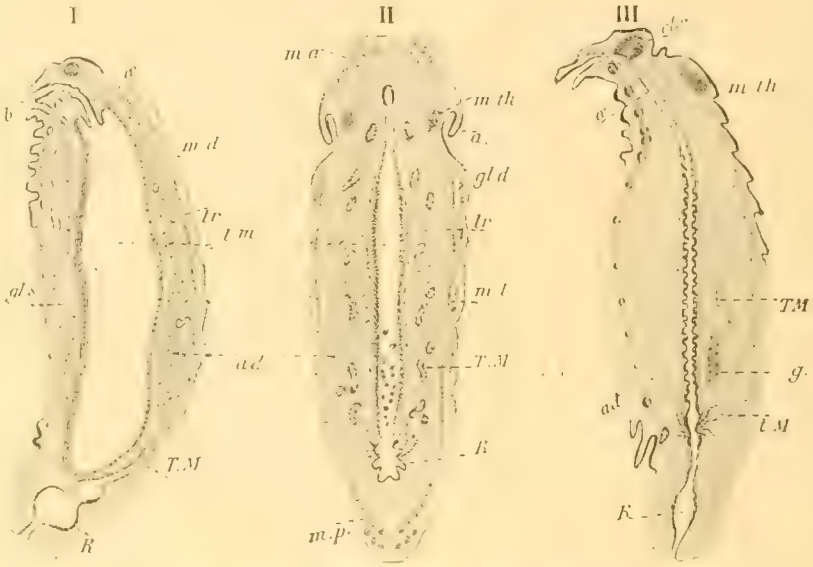


Fig. 8. — *Principaux stades du développement des Hyménoptères* (*Vespa germanica*). — I. Larve; II. Jeune nymphe; III. Nymphe plus âgée. — I. *b*, bouche; *œ*, œsophage; *im*, intestin moyen: R, rectum; *gl. s.*, glandes salivaires; T. M., tubes de Malpighi larvaires; *tr*, trachées; *m.d*, muscles dorsaux; *ad*, tissu adipeux. — II. *a*, ébauche de l'aile antérieure; *gl. d.*, glandes salivaires en dégénérescence; T.M', tubes de Malpighi en histolyse; *m.a*, muscles antérieurs; *m. p.*, muscles postérieurs; *m.th*, muscles thoraciques. On voit le développement des arbres trachéens *tr* et la transformation de l'intestin moyen *im*. — III. *cbr.*, ganglions cérébroïdes; *g*, glandes génitales; *t.* M, tubes de Malpighi imaginaux. — Les autres lettres sont communes aux figures I et II.

Les muscles de la région antérieure, qui subissent un remaniement considérable, sont aussi environnés de leucocytes, sans que l'on puisse déceler une phagocytose notable; il ne peut être question que d'une action lyocytaire de voisinage (fig. 9). De même dans l'histolyse de certains tissus trachéens larvaires.

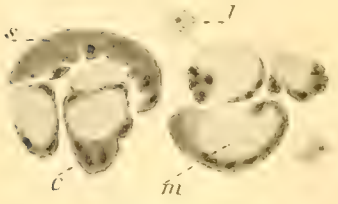


Fig. 9. — *Histolyse des muscles antérieurs de la Guêpe* (*m. a.* de la figure 8, II). — *s*, sarcoplasme; *m*, myoplasme; *c*, fragmentation nucléaire (caryolites); *l*, leucocytes. — Cet aspect a été parfois interprété comme une phagocytose myoblastique, ou autophagocytose.

Tant que les leucocytes restent à l'extérieur de l'organe, alors même qu'ils s'y accoleraient, il ne peut être question de digestion intra-cellulaire, mais uniquement de lyocytose.

C'est dans ce cas que rentrent assurément plusieurs exemples où les auteurs ont prononcé le nom de phagocytose, alors qu'ils ont simplement constaté une affluence de leucocytes au voisinage des organes en histolyse. Caullery, après avoir étudié l'histolyse chez les Ascidies composées, conclut dans ce sens lorsqu'il dit : Aux difficultés d'observation qui peuvent facilement conduire à des erreurs d'interprétation, se joint très probablement une certaine variété dans les processus qu'on réunit sous le nom de phagocytose.

§ 2. — **Intervention d'éléments étrangers autres que les leucocytes.**

Le travail de Caullery nous en fournit précisément un premier exemple, dans la digestion effectuée par les cellules ectodermiques du manteau des *Glochidium* (Tuniciers). L'auteur dit ne pas avoir observé dans ce cas de phagocytose véritable; mais la présence de prolongements pseudopodiques des cellules ectodermiques, venant au contact de matériaux en histolyse, lui fait considérer ce phénomène comme une phagocytose : il semble bien que ce soit une lyocytose, assez comparable à celle que nous allons retrouver chez plusieurs Insectes.

Vaney[1] a montré qu'au cours de l'histolyse musculaire chez des Diptères tels que les *Chironomus*, des cellules adipeuses, d'ailleurs peu différenciées, pénètrent dans les muscles et se chargent de granulations graisseuses : ce seraient, non des phagocytes, mais des trophocytes; elles semblent bien, d'ailleurs, contribuer à l'histolyse.

Robert S. Breed[2], étudiant l'histolyse des muscles d'un Coléoptère, le *Thymalus margini-*

[1] Vaney : *Loc. cit.*

[2] R. S. Breed : The change in the muscles of a beetle. *Bulletin of the Museum of compar. Zool. at Harvard College*, t. XL, n° 7, octobre 1903, p. 317.

collis, constate qu'au moment de la nymphose, de fins tubes trachéens s'insinuent dans les fibres larvaires, et que leurs cellules trachéales y prolifèrent activement, donnant de nombreux noyaux secondaires, et contribuant à la dislocation de l'ancien organe contractile (fig. 10).

Des faits analogues sont reconnaissables chez des Hyménoptères (*Vespa*). Au début de la nymphose, il se produit une poussée trachéenne considérable, qui porte à la fois sur les gros troncs et sur la prolifération centripète de leurs branches[1] (fig. 8, II, t. 2).

Des prolongements trachéens, quelquefois de gros troncs eux-mêmes, se mettent en contact avec les muscles larvaires (m. longitudinaux du corps, musculature intestinale); les cellules de leur paroi ou les cellules trachéales de leurs extrémités s'in-

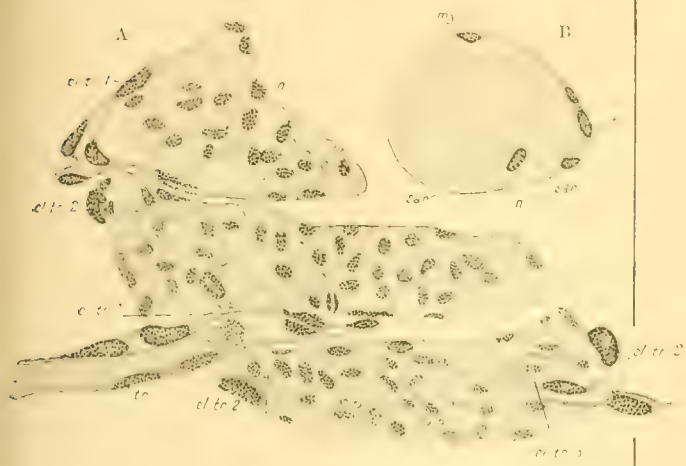


Fig. 10. — A, *Muscle larvaire de Thymalus en coupe transversale*; B, *Muscle d'une nymphe âgée du même Coléoptère*. — *n*, noyau musculaire; *sar*, sarcoplasme; *my*, myoplasme; *trl*, tubes trachéolaires; *tr*, trachées; *ctr*, cellules trachéales. (D'après R. S. Breed.)

sinuent dans la couche de sarcoplasme qui entoure la fibre, et elles s'y multiplient rapidement. Le myoplasme est alors fendu longitudinalement, et découpé en fragments à la surface desquels glissent les éléments envahisseurs; ils sont extrêmement difficiles à distinguer des petits noyaux qui proviennent de la division active des noyaux musculaires larvaires; ces deux sortes d'éléments contribuent donc à l'histolyse du muscle (fig. 11).

Les cellules trachéales intra-musculaires deviennent le plus souvent libres (au moins pour la plupart) ; elles constituent, au milieu des muscles en histolyse ou en métamorphose (tels les muscles du vol, dans le thorax), des éléments énigmatiques souvent pris pour des leucocytes, voire des phagocytes. Or, ces caryolytes n'englobent rien; ils restent quelque temps au milieu des fibres histolysées ou en voie de réintégration imaginale, et ils disparaissent à leur tour, sur place, sans qu'aucun phénomène morphologique accompagne cette sorte de dissolution. Quelques-uns sont probablement remis en liberté dans la cavité générale, où ils disparaissent à leur tour.

Il apparaît avec évidence que cette invasion trachéenne contribue à l'histolyse, au moins mécani-

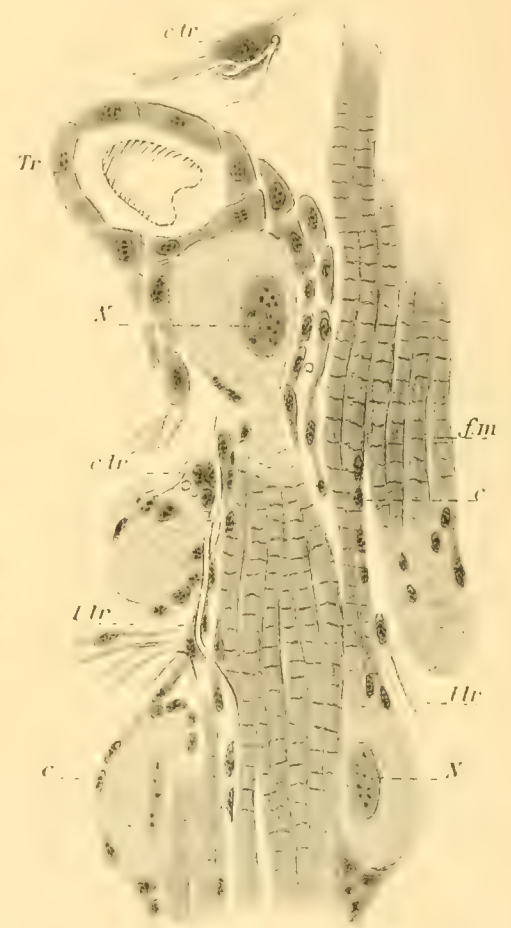


Fig. 11. — *Histolyse des muscles longitudinaux chez la Guêpe* (*m. l.*; figure 8, II). — *fm*, fibre musculaire; N, noyau larvaire hypertrophié; *Tr*, trachée (avec tube interne chitineux); *c. tr*, cellules trachéales; *t. tr.*, tubes trachéens; *c*, petits noyaux proliférant avec activité et envahissant le muscle larvaire. (D'après Anglas.)

quement, et probablement aussi par une action digestive qui permet aux cellules trachéales de dissoudre et de découper la substance contractile.

Le même phénomène de lyocytose se passe dans l'intestin moyen de ces mêmes Insectes. Les grosses cellules larvaires sont attaquées par leur base par des éléments immigrés de l'extérieur. Longtemps inactives, les cellules de remplacement se mettent à proliférer activement au début de la nymphose ; elles envahissent la partie inférieure des éléments

[1] Anglas : Du rôle des trachées dans la métamorphose des Insectes. *C. Rend. Soc. Biol.*, t. LVI, janvier 1904 ; et *C. R. Acad. Sc.*, février 1904.

larvaires, assimilent sa substance et l'utilisent pour la néoformation de l'épithélium définitif (fig. 12). Quant à la partie supérieure de la cellule larvaire, inutilisée ainsi que le gros noyau dégénéré qu'elle renferme, elle tombe dans la lumière du canal digestif et elle est simplement rejetée au dehors.

Ce n'est pas là de la phacocytose, puisque l'élément qui attaque et qui digère n'englobe rien; tout au contraire, c'est lui qui est inclus et qui assimile la substance située *autour de lui*.

Ces exemples montrent le rôle que les cellules étrangères à un tissu peuvent avoir dans son histolyse lorsqu'elles l'envahissent et se développent à ses dépens.

Dans les cas que nous venons de citer, les lyocytes

Fig. 12. — *Histolyse de l'intestin moyen des Hyménoptères.* A, dès le début de la nymphose; B, à un stade un peu plus avancé: *a*, cellules de remplacement; *b*, épithélium larvaire en dégénérescence; N, noyaux des muscles péri-intestinaux *m*; *d*, cellules larvaires dégénérées rejetées dans l'intestin; *épi*, épithélium imaginal en voie de formation, mais non achevé.

étaient des cellules ectodermiques; mais on pourrait en citer de toute origine, en rapprochant de ces cas tous ceux que fournit l'anatomo-pathologie dans le développement des tumeurs. Qu'il s'agisse d'un épithéliome, d'un sarcome, d'un chondrome, d'un gliome, etc., on constate que la tumeur prend peu à peu la place des tissus qu'elle détruit au fur et à mesure, sans qu'il s'agisse de phacocytose, mais seulement d'une résorption humorale de voisinage, d'une véritable lyocytose[1].

[1] Sans qu'il soit nécessaire de multiplier ou de développer ces exemples, on remarque que la croissance d'une tumeur néoplasique est comparable à une métamorphose pathologique. Le phénomène d'histogenèse est souvent concomitant d'un envahissement et d'un remplacement qui se font par des processus analogues à ceux dont nous venons de parler.

Une concurrence intercellulaire de même nature s'exerce dans l'évolution des Trématodes entre l'œuf et les éléments vitellogènes inclus avec lui à l'intérieur de la capsule coquillère. L'œuf digère et assimile ses provisions sans pourtant englober de portions solides ; le jeune embryon utilise ses réserves par un véritable phénomène de digestion externe, de lyocytose.

Le règne végétal n'est pas sans fournir des exemples analogues : dans les graines polyembryonnées des Conifères, un seul embryon arrive au terme de son développement, après avoir résorbé ses frères, nés du même œuf, mais moins vigoureux, qui étaient pressés contre lui.

De ces faits, il faut également rapprocher la digestion de l'albumen des Céréales par la face externe du cotylédon; cette action peut même s'exercer *à distance*, par un cotylédon qui ne s'accroît pas, sur un albumen remarquablement dur, comme c'est le cas du *Phytelephas* (noix de Corozo).

§ 3. — **Lyocytose à l'intérieur même d'un tissu.**

Il n'est pas nécessaire qu'il y ait envahissement par des éléments étrangers pour que l'action digestive extra-cellulaire se manifeste. Elle peut se produire dans un tissu par lui-même. C'est ce qui a lieu lors de la rénovation de l'hypoderme chez certains Insectes Hyménoptères, et des parties antérieure et postérieure du tube digestif. Au moment de la métamorphose, les épithéliums de ces organes subissent une rénovation; certains groupes cellulaires sont repris d'une nouvelle activité caryocinétique et constituent sur place le tissu imaginal : celui-ci se substitue peu à peu au tissu larvaire plus mince, à cellules moins serrées, qui présente parfois des signes de dégénérescence (vacuolisation de la région basale, etc.); quoi qu'il en soit, cette résorption se fait de proche en proche et sans concours de phagocytes, — comme cela a lieu, au contraire, chez les Muscides — ; la substitution est progressive, et la zone de transition est presque insensible. L'élément jeune possède donc vis-à-vis du tissu ancien une action digestive et assimilatrice qui nous semble être le processus de la rénovation des tissus.

En effet, cet état de lutte constante entre éléments cellulaires voisins permet l'élimination sur place des cellules de moindre valeur organique, assure une sélection constante entre les éléments anatomiques, et une sorte de continuel rajeunissement.

Il semble qu'on puisse rapprocher de ces exemples ce qui se passe chez les Vertébrés, lors de l'ossification du cartilage. On sait que le cartilage sérié est détruit à ce moment, que les cloisons cartilagineuses et les travées directrices se résorbent peu à

peu : quels sont, dans ce cas, les agents de destruction de ces portions solides du squelette? On a décrit des ostéoclastes, des cellules à myéloplaxes, que l'on comparait de loin à des phagocytes, mais sans en préciser le mode d'action. Les vaisseaux et, par suite, les globules sanguins ont été particulièrement mis en cause, et le fait est qu'ils apparaissent dans la zone transformée, que l'on nomme souvent ligne d'érosion.

La description que Retterer donne du phénomène permet de concevoir les choses autrement[1] : c'est par une transformation de la cellule cartilagineuse elle-même (hyperplasie, hypertrophie, réticulation), que prennent naissance les globules et les vaisseaux sanguins ; c'est donc à la cellule cartilagineuse qu'il faut reporter cette action dissolvante et véritablement lyocytaire sur la substance fondamentale du cartilage; dans aucun cas, il ne s'agirait de phagocytose.

Les observations de Stephan[2] conduisent aux mêmes conclusions : la substance fondamentale disparaît par une sorte de fonte, et ce phénomène semble bien dû à l'activité propre des cellules du cartilage. Ce ne peut être qu'une digestion extracellulaire au contact.

§ 4. — Dissolution humorale; digestion à distance.

Mais cette action externe n'est pas limitée au simple contact : elle peut s'étendre à l'intérieur d'une cavité plus ou moins close. Les urnes des Sipuncles et des Hirudinées nous en ont donné un exemple. L'estomac lui-même et l'intestin des animaux sont le siège de phénomènes digestifs à distance, puisque les ferments digestifs qu'ils contiennent ont été émis par des cellules plus ou moins lointaines. Ce fait, à lui seul, suffirait à prouver que, si les ferments sont élaborés par les cellules, et à leur intérieur, ils ne perdent pas leurs vertus transformatrices après être sortis du plastide qui les a sécrétés.

On comprend alors aisément que la cavité générale tout entière puisse être comparée à une sorte d'estomac dont le contenu a un pouvoir dissolvant sur des éléments cellulaires moins résistants ou dégénérés. Certes, il devient extrêmement difficile, ou même impossible pour des êtres de petite taille, de préciser quels sont les éléments sécréteurs. En l'absence du concours évident d'éléments figurés dans l'histolyse, on peut attribuer le rôle lyocytaire aux leucocytes, à tel ou tel élément glandulaire ou autre : la diversité des tissus que nous avons rencontrés participant à l'histolyse autorise toutes ces suppositions. Quoi qu'il en soit, le résultat reste le même, et la dissolution humorale apparaît alors comme un phénomène limite de l'histolyse avec concours de moins en moins abondant et immédiat d'éléments figurés. Le fait de cette régression sans intervention leucocytaire ou autre, longtemps contesté par ceux qui voulaient faire de la phagocytose le processus unique de l'histolyse, est néanmoins bien établi, et nous en citerons quelques exemples bien démonstratifs.

L'histolyse des tubes de Malpighi chez le *Lasius niger* (Hyménoptères) se fait, d'après Karawaiew, par chromatolyse, dégénérescence, régression chimique, sans intervention leucocytaire.

Vaney a montré qu'il en est de même chez certains Diptères, pour les tubes de Malpighi (*Eristalis*) et pour les glandes salivaires elles-mêmes (*Chironomus*, *Simulia*), alors que la phagocytose intervient pour le *Gastrophilus*.

Le corps adipeux subsiste parfois de la larve à l'adulte chez les Diptères inférieurs (*Culex*, *Chironomus*), et disparaît de bonne heure chez les Muscides. Chez les Insectes où il dégénère et rentre en histolyse, le phénomène a été décrit par la plupart des auteurs (Berlese, Anglas, Koschevnikov) comme ne s'accompagnant d'aucun phénomène leucocytaire notable, dans les cas qu'ils ont étudiés. Toutefois Vaney, dont les observations sont absolument affranchies de toute idée préconçue, décrit chez le *Gastrophilus*, qui se présente comme un type très évolué, une dégénérescence primitive des cellules adipeuses, mais avec pénétration possible de leucocytes : ces éléments migrateurs n'ont plus, en général, l'aspect de Körnchenkugeln. Les muscles larvaires des Insectes disparaissent souvent par simple dégénérescence, sans intervention phagocytaire chez les Hyménoptères (Karawaiew, Terre, Anglas), et aussi chez les Diptères (Kellog, Berlese, Vaney).

Dans le groupe des Trématodes endoparasites, Vaney et Conte ont décrit des phénomènes d'histolyse absolument comparables aux précédents[1]. Les sporocystes logés dans la cavité palléale d'*Helix nemoralis* bourgeonnent sur leur paroi interne des amas cellulaires pleins et indifférenciés ; la plus grande partie de cette masse dégénère (chromatolyse, dégénérescence granulo-graisseuse); quelques cellules subsistent et constituent une plaque ventrale dont la prolifération formera le Cercaire, pourvu de son organe caudal locomoteur : à aucun

[1] Retterer : Evolution du cartilage transitoire. *Journ. de l'Anat. et de la Physiol.*, t. XXXVI, 1900, p. 457-563 (avec bibliographie).

[2] Stephan : *Bull. Scientif. France et Belgique*, t. XXXII, 1900.

[1] Vaney et Conte : Sur des phénomènes d'histolyse et d'histogenèse accompagnant le développement des Trématodes endoparasites. *C. Rend. Ac. Sc.*, t. CXXXII, avril 1901, p. 1062.

moment il n'y a intervention de phagocytes, et il en est de même lorsque la queue du Cercaire se résorbe, et que la larve devient Distome. Les choses se passent encore ainsi pour une espèce voisine de Trématodes, parasite d'*Helix aspersa*.

Chez les Vertébrés, nous avons déjà mentionné la résorption des sarcolytes et des caryolytes, dans l'histolyse de la queue des Batraciens Anoures; il convient d'en rapprocher ici la disparition du cartilage des arcs branchiaux, chez les mêmes animaux, décrite par Bataillon comme une sorte de fonte, de dissolution progressive, sans le concours de leucocytes, que l'auteur avait signalés — à tort selon nous — dans le tissu musculaire.

Chez les Vers, dont nous avons parlé plus haut, les organes agglutinants n'agissent pas uniquement par phagocytose, et Goodrich [1], chez le *Glycera*, a décrit des cellules spéciales, non phagocytaires, capables de digérer par les diastases qu'elles sécrètent.

Pour nous borner, nous rappellerons que la sarcolyse simple a été décrite par de Bück et van Haelst, dans un cas de kyste hydatique. Les diverses atrophies pathologiques des muscles, des cordons nerveux et des fibres nerveuses apparaissent, d'après les descriptions des auteurs, comme de simples dégénérescences sans participation leucocytaire.

Les atrophies séniles, dans la majorité des cas, semblent devoir rentrer dans l'une des catégories que nous venons de passer en revue; le tissu noble est, en effet, résorbé, soit par le développement pathologique du conjonctif (muscles, glandes), de la névroglie (tissu nerveux), soit même par l'action plus générale du liquide humoral qui reprend son pouvoir dissolvant sur un tissu dégénéré.

§ 5. — Concurrence cellulaire.

On peut donc concevoir que les divers éléments cellulaires d'un organisme sont entre eux dans un perpétuel état de lutte. Ainsi se trouvent sans cesse éliminés les moins résistants et ceux auxquels une désadaptation, normale ou pathologique, crée un état d'infériorité. L'attaque se fait par les ferments que sécrète constamment la cellule vivante ; la phagocytose est le terme ultime et brutal de cette action destructive.

Comment un tissu résiste-t-il à l'action dissolvante des tissus ambiants, et, plus généralement, à celle du liquide cavitaire lui-même? La notion récente d'anti-ferments, dont l'existence a été montrée par Pawlow dans le tube digestif, permet de comprendre cette action inhibitrice vis-à-vis des ferments destructeurs et négativement chimio-tactique vis-à-vis des leucocytes [1]. Cette propriété défensive de la muqueuse digestive ou des parasites intestinaux, étendue à toutes les cellules de l'organisme, permet d'expliquer pourquoi, lorsqu'elle vient à cesser ou à diminuer, — cas de métamorphose, de régression pathologique, de sénescence, — des phénomènes d'histolyse viennent à se produire.

Que l'action histolysante soit lyocytaire ou phagocytaire, elle est *toujours* précédée par une régression préalable du tissu qui va être détruit. Tantôt cette régression est évidente (tubes salivaires ou excréteurs des Insectes); parfois, elle est difficile ou impossible à déceler morphologiquement (la striation des fibres musculaires peut être conservée plus ou moins longtemps pendant l'histolyse). Il serait illogique de s'appuyer sur l'aspect du tissu pour en déduire que les sécrétions ne sont point modifiées; c'est le contraire qui est vrai. Le seul fait que l'organe a cessé d'être fonctionnel entraîne une modification chimique suffisante pour expliquer la perte de l'immunité vis-à-vis des humeurs ou des cellules capables de provoquer l'histolyse.

III. — Conclusion.

Lequel de ces deux processus, lyocytose et phagocytose, doit être considéré comme primitif?

Chez les êtres inférieurs et moins différenciés (Amibes, Spongiaires, Cœlentérés, Echinodermes), la phagocytose apparaît comme le mode initial de réaction de l'organisme, vis-à-vis des corpuscules absorbés. Qu'il s'agisse de particules alimentaires, d'organes usés et comparables à des corps étranges, ou de micro-organismes parasites, la réaction est directe et phagocytaire; elle se traduit par un véritable corps-à-corps cellulaire. Chez des êtres plus différenciés, possédant un liquide cavitaire bien distinct du milieu extérieur, où sont déversés de nombreux produits de sécrétion interne et des ferments variés, les phénomènes sont plus complexes. Les cellules, les tissus, l'organisme tout entier se solidarisent et créent, vis-à-vis des agents pathogènes, une immunité acquise, ou une immunité naturelle du sérum sanguin, qui est en définitive un héritage de la précédente. Le liquide humoral bénéficie des propriétés cellulaires, soit pour la défense de l'organisme, soit pour la nutrition, soit pour la résorption des éléments histolysés. La bataille se livre à distance par le moyen des ferments et anti-ferments. La lyocytose est donc un phénomène secondaire et plus complexe, mais dont l'importance peut devenir considérable chez les êtres qui possèdent un milieu intérieur différencié.

[1] Goodrich : *Loc. cit.*

[1] Voir *Revue gén. des Sciences*, Revue annuelle de Physiologie, par L. Frédéricq, t. xiv, 1903, p. 1269.

Enfin, dans ces mêmes groupes, la phagocytose peut réapparaître lorsqu'une réaction plus intense est nécessaire. Par un phénomène cœnogénétique, ce processus ancestral et primitif pourra réapparaître et contribuer, dans une mesure plus ou moins grande, à l'immunité ou à l'histolyse des tissus en voie de métamorphose, évolutive ou régressive.

Il s'agit toujours, en définitive, d'une action cellulaire : intra-cellulaire dans le cas de phagocytose, extra-cellulaire dans l'action humorale ou lyocytose. La prépondérance de l'un ou de l'autre de ces processus ne peut être discutée avec sens et profit que pour chaque cas particulier.

Dans un prochain article, nous examinerons l'origine des tissus de remplacement et les processus de ce qu'on peut appeler la néo-histogénèse.

Jules Anglas,

Docteur ès sciences,
Préparateur de Zoologie à la Sorbonne.

QUELQUES PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DES LIQUIDES PURS ET DES MÉLANGES

Depuis un demi-siècle, et spécialement dans ces dernières années, les propriétés des liquides purs et de leurs mélanges ont été l'objet de nombreuses recherches, auxquelles j'ai pris moi-même une part active. Dans les lignes qui suivent, j'ai cherché à exposer quelques-uns des principaux résultats acquis dans cette étude.

I. — Points d'ébullition dans les séries homologues.

C'est en 1842 que Hermann Kopp crût constater qu'une différence constante de composition chimique est accomgagnée d'une différence constante dans le point d'ébullition. Deux ans plus tard, il concluait que l'addition de CH^2 à un membre quelconque d'une série homologue élève le point d'ébullition de 19°. A la suite de ses propres travaux et de ceux d'autres savants, poursuivis pendant vingt-trois ans, Kopp fut finalement amené à abandonner quelques-unes de ses conclusions antérieures; il admit que les composés isomériques peuvent avoir des points d'ébullition différents, et que l'élévation due à une addition de CH^2 n'est pas invariablement de 19°; mais il maintenait encore que, dans une série homologue quelconque, l'élévation est constante.

Kopp fut un vrai pionnier de la science et se trouva aux prises avec de grandes difficultés lorsqu'il commença ses recherches; les données étaient rares et loin d'être exactes, et les substances qui pouvaient être obtenues le plus facilement, et que l'on supposait complètement pures, étaient malheureusement celles qui, vraisemblablement, conduisaient le moins à des généralisations normales. L'eau, les alcools et les acides organiques contiennent tous un groupe hydroxyle, et l'on sait maintenant que les propriétés physiques de ces substances sont anormales à tous égards; cela est dû probablement au fait que leurs molécules tendent à s'associer; de plus, les éthers-sels, qui sont formés par l'action des acides sur les alcools, ne se comportent pas tout à fait normalement, et il se produit probablement une association moléculaire, quoique, cependant, à un degré moindre qu'avec les composés hydroxylés.

Il n'y a aucun doute que, si Kopp avait pu obtenir tout d'abord une quantité de substances pures agissant normalement, telles que les paraffines ou leurs dérivés halogénés, il ne serait pas arrivé aux conclusions erronées qu'il a défendues avec tant de vigueur durant de nombreuses années. Si l'on prend les paraffines normales comme classe la plus simple des composés organiques, on constate ceci : au lieu que les points d'ébullition s'élèvent par intervalles égaux lorsque la série monte, l'élévation, qui est très importante pour les membres inférieurs, devient de plus en plus petite à mesure que le poids moléculaire augmente. Ce fait est maintenant bien établi, et de nombreuses formules ont été suggérées pour représenter ces points d'ébullition. Ainsi, Walker a proposé la formule suivante : $T = aM^b$, T représentant le point d'ébullition sur l'échelle de température absolue, M le poids moléculaire, et a et b des constantes. Cette année, Ramage a montré que cette formule s'applique seulement aux chaînes ouvertes à CH^2, et que l'influence des atomes d'hydrogène terminaux, considérable lorsqu'il s'agit des membres inférieurs, diminue lorsque la chaîne s'allonge et devient éventuellement constante ou négligeable. Autrement dit, les membres inférieurs de la série ne peuvent pas être considérés comme vraiment homologues, et c'est un point qu'il est

important de ne pas oublier. Ramage a proposé une nouvelle formule :

$$T = M\,[1 - 2^{-a/n}],$$

dans laquelle a représente la constante de Walker (37,3775), et n le nombre d'atomes de carbone dans la molécule.

Je crois qu'il est utile de considérer la valeur de Δ (l'élévation du point d'ébullition pour un

TABLEAU I. — *Points d'ébullition observés et calculés des paraffines normales.*

PARAFFINES	POINTS D'ÉBULLITION (TEMP. ABS.) observés	calculés (Ramage)	Différence	calculés (Young)	Différence
CH^4	108,3	105,7	2,6	106,75	— 1,55
C^2H^6 . . .	180,0	177,3	— 2,7	177,7	— 2,3
C^3H^8 . .	228,0	231,9	— 3,9	229,85	+ 1,85
C^4H^{10} . .	274,0	275,6	+ 1,6	272,6	1,4
C^5H^{12} . .	309,3	312,2	+ 2,9	309,4	+ 0,1
C^6H^{14} . .	341,95	343,9	+ 1,95	341,95	0
C^7H^{16} . . .	371,4	372,3	+ 0,9	371,3	— 0,1
C^8H^{18} . . .	398,6	398,3	— 0,3	398,1	0,5
C^9H^{20} . .	422,5	422,5	0	422,85	— 0,35
$C^{10}H^{22}$ . .	446,0	445,2	— 0,8	445,85	— 0,15
$C^{11}H^{24}$ . .	467,0	466,8	0,2	467,35	0,35
$C^{12}H^{26}$ . .	487,5	487,3	— 0,2	487,65	+ 0,15
$C^{13}H^{28}$ . .	507,0	507,0	0	506,8	— 0,2
$C^{14}H^{30}$ . .	525,5	526,0	+ 0,5	525,0	— 0,5
$C^{15}H^{32}$ . .	543,5	544,2	+ 0,7	542,5	— 1,2
$C^{16}H^{34}$ . .	560,5	561,9	+ 1,4	558,85	— 1,65
$C^{17}H^{36}$ . .	576,0	579,0	+ 3,0	574,7	— 1,3
$C^{18}H^{38}$ . .	590,0	595,7	+ 5,7	589,9	— 0,1
$C^{19}H^{40}$ . .	603,0	611,9	+ 8,9	604,5	+ 1,5

accroissement de CH^2) comme étant principalement une fonction de la température absolue, et je suggère la formule

$$\Delta = \frac{144,86}{T^{0,0148\sqrt{T}}},$$

dans laquelle Δ représente la différence entre le point d'ébullition T d'une paraffine quelconque et celui de son homologue voisin supérieur. Si l'on prend le point d'ébullition du méthane comme étant de 106°,75 absolus, les valeurs pour les membres plus élevés s'accordent mieux avec les températures observées que celles données par la formule de Ramage, comme on peut s'en rendre compte par le tableau I.

Je ne veux pas cependant attacher trop d'importance à la forme actuelle de l'équation, ou aux valeurs particulières des constantes; le point principal sur lequel je désire attirer l'attention est que Δ peut être considéré comme une fonction de la température.

Supposons que l'on remplace un atome d'hydrogène terminal dans chaque paraffine normale par du chlore, de façon à former la série homologue des chlorures d'alkyles primaires. Les points d'ébullition de ces chlorures sont bien plus élevés et les différences Δ sont beaucoup plus faibles que pour les paraffines correspondantes; mais la diminution graduelle des valeurs de Δ, lorsque la série progresse, ne peut être méconnue. Les mêmes remarques s'appliquent aux bromures et aux iodures, les points d'ébullition étant encore plus élevés et les valeurs de Δ plus faibles.

Mais l'intérêt principal paraît reposer sur ce fait : Si les valeurs de Δ pour les dérivés halogénés sont portées en abscisses et les températures absolues en ordonnées, les points obtenus pour la plus grande partie tombent près de la courbe construite pour les paraffines et représentée par la formule

$$\Delta = \frac{144,86}{T^{0,0148\sqrt{T}}}.$$

La première valeur de Δ est nettement basse dans chaque cas (déviation moyenne de la courbe 2°,7); les dernières sont plutôt élevées dans la plupart des cas (déviation moyenne 0°,86).

Des résultats semblables sont généralement obtenus dans d'autres séries de composés homo-

TABLEAU II. — *Différences moyennes entre les valeurs des points d'ébullition observés et calculés pour les membres inférieurs et supérieurs des diverses séries homologues.*

GROUPES	MEMBRES INFÉRIEURS Nombre des valeurs de Δ	Différence moyenne calculée-observée	MEMBRES SUPÉRIEURS Nombre des valeurs de Δ	Différence moyenne calculée-observée
Chlorures d'alkyle .	2	+ 2,70	5	— 1,04
Bromures — . .	2	+ 1,12	5	+ 1,25
Iodures — . .	2	+ 0,52	3	1,0
Isoparaffines . .	»	»	2	+ 0,57
Toluène, etc. . .	1	+ 0,45	3	+ 0,68
o-xylène, etc. . . .	1	+ 6,1	1	— 0,5
m-xylène, etc. . .	1	+ 4,25	1	+ 4,0
p-xylène, etc. . .	1	— 0,15	1	+ 0,65
Benzène méthylé et éthylé, etc. . . .	3	— 0,62	1	— 0,05
Oléfines $H^2C:CHR$.	»	»	3	2,35
— $RHC:CHR'$.	»	»	3	+ 0,5
Polyméthylènes . .	»	»	2	— 3,85
Éthers . . .	12	+ 5,29	10	+ 0,87
Aldéhydes	2	+ 2,0	4	+ 1,3
Hydrosulfures . .	2	+ 3,55	1	— 0,5
Amines	2	+ 8,2	4	+ 1,7
Éthers-sels.	55	+ 4,62	67	+ 1,53
Substances qui s'associent :				
Cyanures.	1	+ 12,65	4	+ 2,9
Nitro-méthane, etc.	2	+ 11,1	1	+ 3,85
Cétones	1	+ 6,2	3	+ 2,85
Acides gras . .	2	+ 5,87	7	+ 1,58
Alcools gras . .	2	+ 12,87	7	+ 3,71

logues, dans lesquelles l'association moléculaire n'est pas supposée se produire; mais, comme on le verra d'après le tableau II, les déviations par

rapport à la courbe des paraffines normales sont plus grandes pour les séries dans lesquelles, d'après Ramsay et Shields, les membres inférieurs sont caractérisés par l'association moléculaire.

Dans la grande majorité des cas, les déviations sont plus élevées pour les membres inférieurs d'une série, les valeurs calculées de Δ étant presque invariablement plus élevées que les valeurs observées; ceci peut s'expliquer peut-être de la façon suggérée par Ramage. J'ai, par conséquent, divisé chaque série en deux groupes, le premier se terminant et le second commençant avec le membre inférieur de la série qui contient un groupe CH^2 enchaîné à deux atomes de carbone. Ainsi, pour les chlorures d'alkyles, le premier groupe contient CH^3Cl, CH^3CH^2Cl, et $CH^3CH^2CH^2Cl$, et le second groupe commence avec le chlorure de propyle, de sorte que tous ses membres contiennent un ou plusieurs groupes $C.CH^2.C$.

Lorsqu'il s'agit des éthers-oxydes, des éthers-sels et d'autres composés contenant deux radicaux alkylés, une série est considérée comme homologue lorsqu'un radical ne change pas, et que l'autre augmente par degrés de CH^2. Le radical variable seul est considéré lorsqu'on divise la série dans les deux groupes mentionnés ci-dessus; ainsi, quoique l'acide propionique contienne un groupe $C.CH^2.C$, il ne change pas dans les éthers propioniques, dont le premier groupe se compose des propionates de méthyle, éthyle et propyle, le second commençant avec le dernier éther-sel nommé.

Sur les dix-sept séries de substances non associées, il y en a cinq seulement pour lesquelles la différence moyenne entre les valeurs calculées de Δ et les valeurs observées pour les membres supérieurs excède 1°, 5 :

1° La série du *m*-xylène. Elle contient une seule valeur qui est douteuse;

2° Les oléfines, $H^2C.CHR$. Pour celles-ci, deux des trois différences individuelles sont moindres que 1°5; les températures sont toutes inférieures à 0° et sont quelquefois incertaines;

3° Les polyméthylènes. La différence pour le pentaméthylène et l'hexaméthylène diffère de moins de 1° de la valeur calculée. Le point d'ébullition de l'heptaméthylène semble être douteux;

4° Les amines. Les différences sont un peu erratiques : trois inférieures à 1°,5 et deux à 0°,5. L'octylamine et la nonylamine sont incorrectes et ne sont pas comprises;

5° Les éthers-sels. Quoique Ramsay et Shields aient rangé ces substances parmi les non-associées, je pense qu'il y a lieu de supposer une légère association.

On remarquera que les différences sont plus grandes pour les substances qui s'associent que pour celles qui ne s'associent pas; et aussi que, parmi les premières, elles sont plus grandes pour les alcools et moindres pour les acides, quoique, pour ces deux séries, le facteur d'association soit très élevé. Pour arriver à une explication de ces faits, il est nécessaire de considérer tout d'abord l'effet produit par le remplacement de l'hydrogène par le chlore.

On ne connaît pas encore exactement le point d'ébullition de l'acide chlorhydrique, mais il doit être d'environ —80°. De sorte que, si l'on remplace un atome d'hydrogène dans la molécule d'hydrogène par du chlore, on élève le point d'ébullition de 20°,4 absolus à environ 193° absolus, soit d'environ 173°. En remplaçant un atome d'hydrogène dans le méthane par du chlore, l'augmentation du point d'ébullition va de 108°,3 à 249°,3, soit 141°. Si l'on s'élève dans la série des paraffines, l'élévation du point d'ébullition due au remplacement de l'hydrogène par le chlore diminue rapidement tout d'abord, ensuite plus lentement, n'étant que de 58°,5 pour l'octane.

Ainsi l'influence de l'atome de chlore devient relativement plus faible à mesure que le poids du groupe alkyle augmente.

Considérons maintenant l'effet du remplacement d'un atome d'hydrogène par un groupe hydroxyle. Dans la formation de l'eau au moyen du gaz hydrogène, le point d'ébullition ne s'élève pas moins de 352°,6 (de 20°,4 absolus à 373° absolus), ou dans le rapport de 1 à 18,3; pour le méthane, l'élévation est de 229°,4, (soit de 108°,3 à 337°,7), ou dans le rapport de 1 à 3,12; pour l'octane, l'élévation est de 65°,4 (de 398°,6 à 464°), et avec l'hexadécane elle est seulement de 56°,5 (soit de 560°,5 à 617°), le rapport étant de 1 à 1,10.

On remarquera que, pour l'hydrogène, l'influence de l'hydroxyle est infiniment plus grande et pour le méthane beaucoup plus grande que celle du chlore sur l'élévation du point d'ébullition, mais que, si l'on s'élève dans la série des paraffines jusqu'à l'octane, l'influence du groupe hydroxyle diminue jusqu'à ce qu'elle surpasse à peine celle de l'atome de chlore; il est même tout à fait probable qu'avec l'hexadécane elle serait légèrement inférieure. On peut facilement l'expliquer par le fait que les molécules d'eau et des alcools inférieurs sont fortement associées à l'état liquide, mais pas à l'état gazeux; par conséquent, pour faire évaporer les liquides, on doit vaincre cette attraction moléculaire et l'on doit élever la température.

Cependant, l'association moléculaire diminue quand on s'élève dans la série des alcools; elle est probablement faible dans le cas de l'alcool octylique. S'il en est ainsi, il semble que l'effet du groupe hydroxylé (à part celui de l'association), en

élevant le point d'ébullition, n'est pas très différent et est probablement moindre que celui de l'atome de chlore, et que la différence entre les points d'ébullition des alcools inférieurs et des chlorures correspondants est entièrement due à l'association moléculaire à l'état liquide.

Avec les acides, il y a association à l'état gazeux aussi bien qu'à l'état liquide, et puisque, d'après les tableaux donnés par Ramsay et Shields, le facteur d'association pour un acide gras liquide à son point d'ébullition est rarement plus grand (et dans beaucoup de cas est plus petit) que pour l'alcool liquide correspondant, l'attraction moléculaire à vaincre pour la vaporisation doit être considérablement moindre pour l'acide que pour l'alcool correspondant, et l'élévation du point d'ébullition au-dessus de la valeur normale qui en résulte doit être moindre. On trouve dans ce fait l'explication des très faibles valeurs de Δ pour les alcools et des valeurs modérément basses pour les acides.

Le temps et l'espace me manquent pour donner en détail les points d'ébullition de tous les composés considérés, avec les valeurs observées et calculées de Δ; mais je pense qu'il peut être établi que la différence entre le point d'ébullition d'un composé organique quelconque ne s'associant pas et contenant au moins un groupe $C.CH^2.C$ et celui de son homologue immédiatement supérieur (à un degré quelconque de température jusqu'à environ 300° C.) peut être calculée avec une erreur dépassant rarement 1°,5 et généralement inférieure à 1° au moyen de la formule :

$$\Delta = \frac{144,86}{T^{0,014\sqrt{\ }}}.$$

La formule semble aussi applicable à tout éther-sel contenant au moins cinq atomes de carbone dans le groupe variable alkylé ou acylé (l'erreur moyenne pour 40 valeurs de Δ est $+0°,93$), et l'erreur est encore plus faible lorsque le nombre d'atomes de carbone est plus grand; elle est probablement aussi applicable aux membres supérieurs des séries des acides gras, cyanures, cétones et composés nitrés, et peut-être aux alcools d'un poids moléculaire très élevé.

II. — Comparaison des points d'ébullition a une série de pressions égales[1].

Les résultats de cette comparaison sont souvent excessivement simples, si les deux substances comparées ont une relation très étroite, et s'il ne se produit pas d'association moléculaire pour l'une ni pour l'autre. Si l'on prend, par exemple, le chlorobenzène et le bromobenzène, on trouve que le rapport des points d'ébullition (sur l'échelle absolue de température), sous des pressions égales, est constant, quelle que soit la pression, c'est-à-dire que l'on a :

$$\frac{T^A}{T^B} = \frac{T'^A}{T'^B} = 1,0590.$$

On obtient un résultat semblable avec les autres dérivés halogénés du benzène, avec le bromure d'éthyle et l'iodure d'éthyle, avec l'acétate d'éthyle et l'acétate de propyle, et avec quelques autres paires d'éthers-sels; mais, pour quelques cas d'étroite parenté, par exemple avec le formiate d'éthyle et l'acétate d'éthyle, le rapport n'est pas tout à fait constant et la formule devient :

$$\frac{T^A}{T^B} = \frac{T'^A}{T'^B} + c(T^B - T'^B),$$

dans laquelle c a une très faible valeur (0,000.041.7 pour ces deux éthers-sels). Lorsqu'il n'y a pas une étroite relation, mais que les molécules ne sont pas associées, la valeur de c est généralement plus élevée, par exemple 0,000.118.5 pour le disulfure de carbone et le bromure d'éthyle.

Enfin, lorsqu'il n'y a pas de parenté étroite, et que les molécules de l'une ou des deux substances sont associées, la formule

$$\frac{T^A}{T^B} = \frac{T'^A}{T'^B} + c(T^B - T'^B)$$

n'est plus exacte; il faut y introduire un troisième terme, comme dans :

$$\frac{T^A}{T^B} = \frac{T'^A}{T'^B} + c(T^B - T'^B) + d(T^B - T'^B)^2;$$

ou bien, dans tous les cas, la valeur de c devient beaucoup plus élevée, comme avec le benzène et l'alcool éthylique ($c = 0,000.803.0$), ou avec le soufre et le disulfure de carbone ($c = 0,000.684.5$).

III. — Manière dont se comportent les mélanges de liquides[1].

Il y a trois points à considérer lorsque deux liquides sont mis en présence : 1° leur miscibilité, infinie, partielle, ou inappréciable; 2° les volumes relatifs du mélange et des parties constituantes; 3° la chaleur développée ou absorbée.

Les liquides qui sont classés comme non miscibles ont rarement, si même ils en ont, une parenté chimique étroite. Ainsi, l'eau est en réalité non miscible avec tous les hydrocarbures et avec leurs dérivés halogénés et beaucoup d'autres; de même le mercure, autant qu'il me semble, n'est miscible avec aucun composé liquide, organique ou inorganique. Il est vrai que les alcools alipha-

[1] Ramsay et Young : *Phil. Mag.* (1886), t. XXI, 33.

[1] « Fractional Distillation », chapter III. *Trans. Chem. Soc.*, 1902, t. LXXXI, 768; 1903, t. LXXXIII, 45.

tiques supérieurs sont presque insolubles dans l'eau, quoique l'on puisse dire qu'il existe quelque relation chimique entre eux, autant qu'un alcool peut être considéré comme un dérivé alkylé de l'eau. Mais les alcools peuvent aussi être considérés comme des dérivés hydroxylés des hydrocarbures, et plus le poids du groupe alkylé est élevé, plus grande est son influence, relativement à celle de l'hydroxyle, sur les propriétés de l'alcool.

Ainsi, tandis que les alcools inférieurs montrent une ressemblance considérable avec l'eau, par exemple dans leur façon de se comporter avec les agents déshydratants, tels que le sodium, l'anhydride phosphorique ou la chaux, et dans leur pouvoir d'union avec les sels métalliques pour former des alcoolates cristallins correspondant aux hydrates, cette ressemblance diminue lorsque l'on s'élève dans la série et ne s'observe généralement pas avec les membres supérieurs.

D'un autre côté, plus le poids moléculaire de l'alcool est élevé, plus grande est sa ressemblance avec l'hydrocarbure dont il dérive. Ce fait, déjà mentionné, est bien prouvé par la diminution de différence entre les points d'ébullition de l'alcool et de la paraffine, lorsqu'on progresse dans la série; on peut aussi noter que le méthane a été longtemps classé comme gaz permanent, tandis que l'alcool méthylique est un liquide; au lieu que l'hexadécane ($C^{16}H^{34}$) et l'alcool cétylique ($C^{16}H^{33}OH$) sont des solides, le premier se liquéfiant à 18° et le dernier à 50°.

Je pense qu'il peut être établi que le rapport chimique entre l'eau et l'alcool méthylique est assez étroit, tandis qu'entre l'eau et l'alcool cétylique, il est très relâché. Ainsi deux membres adjacents d'une série homologue, tels que les alcools méthylique et éthylique, ont une relation plus étroite que deux membres de poids moléculaires très différents, tels que les alcools méthylique et cétylique.

Si l'on adopte cette façon de voir, je crois qu'il est juste de dire que les liquides qui sont chimiquement étroitement reliés l'un à l'autre sont invariablement miscibles dans toutes proportions.

Pour ce qui a rapport aux volumes relatifs d'un mélange et de ses parties constituantes à la même température, on sait que l'inégalité est la règle et l'égalité l'exception, et, de plus, que la contraction est plus fréquemment observée que l'expansion dans le mélange. Autant, cependant, que les données expérimentales le montrent, il semble que, lorsque les liquides sont très étroitement reliés l'un à l'autre, le changement de volume est excessivement faible. Exemple : l'acétate et le propionate d'éthyle en proportions équimoléculaires, +0,015 %; le toluène et l'éthylbenzène, —0,034 %; le *n*-hexane et le *n*-octane, — 0,053 %; les alcools méthylique et éthylique, +0,004 %; le chlorobenzène et le bromobenzène, pas de changement.

Lorsque la parenté est moins étroite, les changements sont habituellement, mais non invariablement, plus grands et sont positifs dans quelques cas et négatifs dans d'autres; il est rarement possible, avec les connaissances actuelles, de prédire, d'après la nature des substances, à moins que l'une soit une base et l'autre un acide, si l'on doit s'attendre à une contraction ou à une expansion. Ainsi, lorsqu'on mélange de l'alcool méthylique avec de l'eau, il se produit une contraction importante, quoique le rapport soit moins étroit qu'entre les alcools méthylique et éthylique, qui se dilatent faiblement en se mélangeant.

Tout ce que nous pouvons dire pour les alcools, c'est que, plus le poids moléculaire est élevé, ou (si on y inclut les alcools isomériques) plus le point d'ébullition est élevé, en règle générale, plus la contraction est faible lorsqu'on les mélange à l'eau.

Des remarques à peu près identiques s'appliquent aux variations calorifiques qui se produisent en mélangeant des liquides. Il semble que, lorsqu'il s'agit de substances ayant une relation très étroite, ces changements sont excessivement faibles ou négligeables, comme cela est indiqué par les changements de température très faibles qui ont été observés; exemple : l'acétate d'éthyle et le propionate, —0°,02; le toluène et l'éthylbenzène, +0°,05; le *n*-hexane et le *n*-octane, +0°,06; les alcools méthylique et éthylique, —0°,10; le chlorobenzène et le bromobenzène, 0°,00.

On peut s'attendre à ce que, dans le cas de substances moins voisines, la contraction soit accompagnée par une évolution de chaleur et l'expansion par une absorption de chaleur; mais ce n'est en aucune façon un fait invariable; par exemple, en mélangeant 40 molécules-grammes d'alcool propylique avec 60 molécules-grammes d'eau, il y a une contraction de 1,42 %; mais on observe un abaissement de température de 1°,15. Prenant les alcools comme groupe, on trouve que, plus le point d'ébullition est élevé, plus faible est l'évolution de chaleur ou plus grande l'absorption, en les mélangeant avec l'eau.

IV. — Propriétés thermiques des mélanges.

La façon de se comporter de deux liquides non miscibles chauffés ensemble est bien connue, et j'ai seulement besoin de rappeler le fait que la pression de la vapeur est égale à la somme des tensions de vapeur des constituants purs à la même température; que le point d'ébullition est la température à laquelle la somme des pressions de vapeur des parties constituantes est égale à la

pression sous laquelle le liquide distille, à condition que l'évaporation s'effectue librement et que la vapeur ne soit pas mélangée à l'air, et enfin que la composition de la vapeur est indépendante de celle du liquide (tant que les deux parties constituantes sont présentes en quantité suffisante), et est exprimée par l'équation :

$$\frac{x^A}{x^B} = \frac{P^A D^A}{P^B D^B},$$

dans laquelle x^A et x^B représentent les poids relatifs des deux constituants dans la vapeur, P^A et P^B leurs pressions de vapeur au point d'ébullition observé, et D^A et D^B leurs densités de vapeur.

La pression de la vapeur, le point d'ébullition et la composition de la vapeur peuvent alors être calculés pour les liquides non miscibles, et il a été établi que de tels liquides n'ont jamais aucune parenté chimique étroite, et n'ont habituellement aucun rapport entre eux.

D'un autre côté, on sait que, lorsque la relation chimique est très étroite, les liquides sont invariablement miscibles en toutes proportions, et qu'il y a très peu de variation de volume ou de chaleur dans le mélange.

Ainsi, la pression de vapeur et le point d'ébullition d'un mélange formé de liquides étroitement reliés sont facilement déduits de ceux des composants purs, et la composition de la vapeur est en relation simple avec celle du liquide.

La pression de vapeur d'un mélange est donnée avec une très grande précision par l'équation :

$$P = \frac{mP^A + (100 - m)P^B}{100},$$

dans laquelle P, P^A et P^B représentent les pressions de vapeur du mélange et des parties constituantes A et B au point d'ébullition observé et m le pourcentage moléculaire de A[1].

Van der Waals concluait, d'après des considérations théoriques, que cette relation doit être exacte lorsque les pressions critiques sont égales et que les attractions moléculaires s'accordent avec la formule proposée par Galitzine et par D. Berthelot, $a_{1,2} = \sqrt{a_1 . a_2}$, dans laquelle $a_{1,2}$ représente l'attraction des molécules dissemblables et a_1 et a_2 les attractions respectives des molécules semblables. Cela est certainement le cas avec le chlorobenzène et le bromobenzène, lesquels, comme on l'a déjà mentionné, ne présentent aucune variation de chaleur ou de volume lorsqu'ils sont mélangés, car la différence maximum entre les pressions observée et calculée dans trois expériences a été moindre que 0,1 °/₀.

En tout cas, la relation est presque exacte pour des substances qui ont une étroite parenté, lorsque les pressions critiques ne sont pas égales, car, dans le cas de l'alcool méthylique et de l'alcool éthylique, la différence entre les pressions observée et calculée est dans les limites de l'erreur expérimentale, et, avec quatre autres paires de substances ayant une étroite relation, la plus grande différence moyenne (pour trois lectures) était seulement de 0,6 °/₀. Cependant, comme Speyers l'a suggéré, elle n'est pas exacte pour toutes les substances non associées, étroitement reliées ou non ; la parenté chimique semble être beaucoup plus importante que l'état de l'agrégation moléculaire, car la relation est vraie pour les alcools méthylique et éthylique, tandis qu'elle n'est pas du tout exacte pour le benzène et l'hexane.

Le point d'ébullition d'un mélange de liquides ayant une étroite parenté peut être établi d'après les pressions de vapeur des constituants, mais pas aussi simplement que dans le cas des liquides non miscibles, parce que le point d'ébullition dépend de la composition du liquide[1].

Pour calculer les points d'ébullition des mélanges de deux liquides étroitement reliés, sous une pression normale, il est nécessaire de connaître la pression de vapeur de chaque substance à des températures situées entre leurs points d'ébullition respectifs sous cette pression. Ainsi, le chloroforme bout à 132°, et le bromobenzène à 156°1 ; l'on doit donc pouvoir établir la pression de vapeur de chaque substance entre 132° et 156°.

Le composition moléculaire pour cent des mélanges qui exercent une pression de vapeur de 760 millimètres doit ensuite être calculée à une série de températures, par exemple de deux en deux degrés, entre ces limites, au moyen de la formule

$$m = 100 \frac{P^B - P}{P^B - P^A},$$

dans laquelle P, pour ce cas, = 760.

Enfin, les pourcentages moléculaires de A ainsi calculés sont portés en abscisses, et les températures en ordonnées, et la courbe dessinée par les points obtenus donnera la relation demandée entre le point d'ébullition et la composition moléculaire sous la pression normale. Dans le cas de six paires de liquides ayant une étroite parenté, la plus grande différence entre la température observée et la lecture de la courbe construite comme il a été décrit a été de 0°27.

Il a été démontré par F. D. Brown que la formule pour la composition de la vapeur d'un liquide

[1] Fractional Distillation, Chapitre III ; *Trans. Chem. Soc., loc. cit.*

[1] Fractional Distillation. Chapitre IV ; *Trans. Chem. Soc. loc. cit.*

mélangé[1], suggérée indépendamment par Berthelot et par Wanklyn :

$$\frac{x^A}{x^B} = \frac{W^A P^A D^A}{W^B P^B D^B}$$

(dans laquelle x^A et x^B, P^A et P^B, D^A et D^B ont la même signification que dans l'équation pour les liquides non miscibles, W^A et W^B représentent les poids relatifs des deux parties constituantes dans le mélange liquide) est incorrecte, et il a proposé la formule plus simple :

$$\frac{x^A}{x^B} = c\frac{W^A}{W^B},$$

dans laquelle c est une constante qui ne diffère pas beaucoup de $\frac{P^A}{P^B}$. Ce sujet a été mathématiquement étudié par Duhem et par Margules, et expérimentalement et mathématiquement par Lehfeldt et par Zawidski. Ces deux derniers savants ont déduit des formules applicables de l'équation fondamentale de Duhem et Margules, et il est remarquable que les formules de Lehfeldt et de Zawidski, dans leur forme la plus simple, soient identiques à celle de Brown.

Cependant, celle de Zawidski revêt la forme suivante :

$$\frac{x^A}{x^B} = \frac{P^A}{P^B} \cdot \frac{W^A}{W^B}.$$

Cette formule n'est certainement pas exacte, en règle générale, pour les mélanges de liquides qui n'ont pas une étroite parenté ; mais, d'un autre côté, dans le très petit nombre de cas examinés, l'équation :

$$\frac{x^A}{x^B} = c\frac{W^A}{W^B}$$

a semblé s'appliquer aux mélanges pour lesquels l'équation :

$$P = \frac{mP^A + (100 - m)P^B}{100}$$

est applicable, c'est-à-dire généralement pour les liquides étroitement reliés.

La question, cependant, de savoir si $c = \frac{P^A}{P^B}$ reste ouverte ; mais il est intéressant de remarquer que, si cette égalité existe, il sera possible, dans beaucoup d'occasions, de calculer la pression de vapeur à n'importe quelle température, le point d'ébullition sous une pression quelconque, et la composition de la vapeur de n'importe quel mélange formé de deux liquides étroitement reliés, si l'on connaît le point d'ébullition d'un des deux à une pression quelconque et les pressions de vapeur de l'autre dans des limites de température suffisamment étendues. Car les points d'ébullition des deux liquides à la même pression sur l'échelle absolue sont en rapport constant l'un avec l'autre, soit :

$$\frac{T^A}{T^B} = \frac{T'^A}{T'^B},$$

de là, on peut calculer les pressions de vapeur ou les points d'ébullition d'une substance si celles ou ceux de l'autre sont connus. Au moyen des pressions de vapeur des substances pures, on peut encore calculer les pressions de vapeur et les points d'ébullition de tous les mélanges ; et, enfin, si $c = \frac{P^A}{P^B}$, on peut employer la formule de Brown

$$\frac{x^A}{x^B} = c\frac{W^A}{W^B}$$

pour calculer la composition de la vapeur de tous les mélanges sans avoir besoin d'entreprendre des expériences spéciales pour trouver la valeur de c.

Le point très intéressant est d'établir si c est réellement égal à $\frac{P^A}{P^B}$ ou non.

De ce qui a été dit, on peut conclure que, pour établir la façon normale dont se comportent les substances pures sous des conditions différentes, ou pour trouver les relations les plus simples entre les points d'ébullition, les volumes moléculaires ou d'autres constantes physiques d'une série de substances, ou encore pour établir la façon de se comporter des substances mélangées et les propriétés des mélanges comparées avec celles des parties constituantes, il est sage, sans aucun doute, tout d'abord de concentrer notre attention sur les substances dont les molécules ne montrent aucun signe d'association, soit à l'état gazeux, soit à l'état liquide.

Dans le cas des mélanges, il est préférable aussi de commencer avec les substances qui sont chimiquement étroitement reliées l'une à l'autre.

Il a été établi que, pour des mélanges semblables, la formule

$$P = \frac{mP^A + (100 - m)P^B}{100}$$

est exacte, autrement dit que le rapport entre la pression de vapeur et la composition moléculaire est exprimé par une ligne droite (fig. 1).

Lorsque la relation chimique n'est pas aussi étroite, la formule ci-dessus ne peut s'appliquer et la ligne entre P^A et P^B est courbe, comme cela est montré par les lignes pointillées, les pressions actuelles étant plus fréquemment supérieures (quoique, dans quelques cas, plus basses) que celles données par la formule.

Il est clair que, lorsque la courbure est considérable, les pressions de vapeur des mélanges entre certaines limites peuvent être plus élevées (ou plus basses) que celle d'une quelconque des parties

[1] Fractional Distillation., chapitres V et IV.

constituantes pures, et qu'un mélange particulier peut avoir une pression de vapeur maximum (ou minimum). On remarquera aussi, d'après les diagrammes, que, plus la différence entre les pressions P^A et P^B est faible, plus la courbure destinée à représenter un maximum ou un minimum de pression est petite.

La courbure est comparativement légère pour les mélanges d'alcool méthylique et d'eau, et les pressions de vapeur de tous les mélanges possibles sont situées entre celles des constituants purs. Dans le cas de l'alcool éthylique et de l'eau, qui ont une parenté moins étroite que l'alcool méthylique et l'eau, la courbure est plus grande et la différence entre les pressions de vapeur des deux composants est moindre; à environ 78°, un mélange contenant 4,43 % d'eau possède une pres-

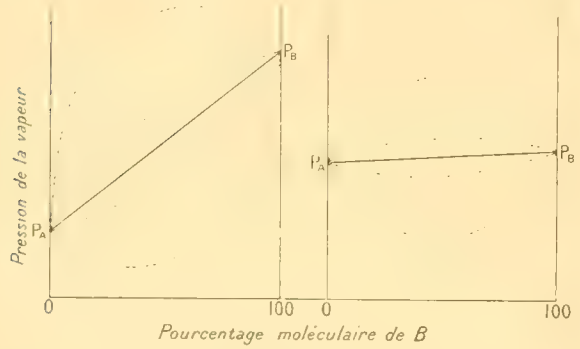


Fig. 1. — *Pressions de vapeur des mélanges en fonction de la composition moléculaire.*

sion de vapeur légèrement supérieure à celle de l'alcool pur.

Les pressions de vapeur de l'alcool propylique ne diffèrent pas beaucoup de celles de l'eau, et la courbure de la courbe pression-composition est beaucoup plus accentuée que pour l'alcool éthylique. Les pressions de vapeur des mélanges d'alcool propylique et d'eau, entre des limites étendues, sont plus élevées que celles de la partie constituante la plus volatile, l'alcool propylique [1], et la pression maximum est très bien marquée.

D'un autre côté, une étude sur la façon de se comporter des mélanges d'alcools avec l'hexane normal ou avec le benzène [2] montre que, si l'on s'élève dans la série des alcools, la courbure des courbes pression-composition devient plus faible. Généralement, plus la relation chimique entre les parties constituantes est étroite, plus la courbure de la courbe pression-composition est petite.

Comme cela a déjà été prouvé, la relation entre le point d'ébullition et la composition moléculaire n'est pas aussi simple que la relation entre la pression de vapeur et la composition moléculaire. Lorsque cette dernière relation est exprimée par une ligne droite, la première est représentée par une courbe régulière. Mais la courbure dépend principalement de la différence entre les points d'ébullition des constituants, et elle est vraiment très faible lorsque cette différence est petite. La méthode pour calculer les points d'ébullition au moyen des pressions de vapeur des parties constituantes pures a déjà été mentionnée. La déviation maximum, mesurée comme température, entre la courbe normale et la ligne droite peut s'exprimer par l'équation suivante [1] :

$$D = \frac{-0{,}00015\Delta^2 c_A}{c'.T'.c_B},$$

dans laquelle Δ représente la différence entre les points d'ébullition des deux parties constituantes,

$$c = \frac{dt}{dp}.\frac{1}{T}; \quad c' = \frac{(50 + 0{,}18\,\Delta)\,c_A + (50 - 0{,}18\,\Delta)\,c_B}{100}$$

et

$$T' = \frac{(50 + 0{,}18\,\Delta)\,T_A + (50 - 0{,}18\,\Delta)\,T_B}{100}.$$

Lorsque les composants d'un mélange n'ont pas une étroite parenté, puisque la relation entre la pression de vapeur et la composition moléculaire n'est pas représentée par une ligne droite, la relation entre le point d'ébullition et la composition moléculaire n'est pas exprimée par la courbe normale. Habituellement, les températures sont inférieures; mais, pour les mélanges de quelques substances, elles sont plus élevées que celles que donne la courbe normale, et lorsque la déviation entre la courbe actuelle et la normale est considérable (spécialement lorsque les points d'ébullition des parties constituantes pures diffèrent à peine), les points d'ébullition des mélanges, entre certaines limites, peuvent être inférieurs (ou supérieurs), de même que les pressions de vapeur peuvent être supérieures (ou inférieures) à ceux ou celles d'un quelconque des constituants.

Ainsi, il peut exister des mélanges à point d'ébullition minimum (ou maximum) correspondant aux mélanges à tension de vapeur maximum ou minimum. Ce cas se présente beaucoup plus souvent [2] qu'on ne l'avait supposé jusqu'à maintenant, et cela a donné lieu à une grande confusion dans l'interprétation des résultats de la distillation fractionnée des mélanges complexes.

On ne peut pas former de mélanges ayant un point d'ébullition constant lorsque les parties cons-

[1] Konowalow : *Wied Ann.*, 1881, t. XIV, 34; Young : « Fractional Distillation », chapitre III.

[2] *Trans. Chem. Soc.*, 1902, t. LXXXI, 739; « Fractional Distillation », chapitre III.

[1] *Trans. Chem. Soc.*, 1903, t. LXXXIII, 68; Fractional Distillation, chapitre IV.

[2] Une liste de mélanges connus à point d'ébullition constant est donné dans « Fractional Distillation », pp. 67-69.

tituantes ont une parenté très étroite; on les rencontre occasionnellement si aucun des composants ne présente d'association moléculaire à l'état liquide, s'il n'y a aucune relation chimique entre eux et si leurs points d'ébullition ne sont pas très distants (par exemple : benzène et hexane normal, disulfure de carbone et bromure d'éthyle); par contre, ils sont très fréquents lorsque les molécules de l'une ou des deux parties constituantes sont associées à l'état liquide.

Il y a un certain nombre d'années, Schorlemmer a prouvé que le benzène doit se trouver dans le pétrole américain, parce qu'il se forme du di-nitrobenzène lorsqu'un distillat à point d'ébullition modéré est traité par un mélange d'acide nitrique et sulfurique. Plus récemment, on a découvert que, lorsque l'on traite du pétrole soigneusement fractionné par les acides mélangés, ce sont les fractions qui passent entre 60° et 70° qui donnent la plus grande quantité de di-nitrobenzène, tandis que le liquide distillé à environ 80° (le point d'ébullition du benzène est 80°,2) en donne peu ou point.

Deux explications de ces faits semblent possibles : 1° Ce n'est pas du benzène, mais quelqu'autre substance qui fournit du di-nitrobenzène; 2° le benzène distille à une température très inférieure à son point d'ébullition ordinaire. La première explication a été adoptée au moins par un chimiste, mais la seconde est la vraie. Le benzène forme des mélanges à point d'ébullition minimum avec les hexanes présents dans le pétrole américain, et, lorsqu'il est présent en quantité relativement faible, le tout passe avec ces hexanes, particulièrement aux températures situées entre les points d'ébullition de l'iso-hexane et de l'hexane normal. Les hydrocarbures aromatiques sont présents en quantité relativement beaucoup plus grande dans le pétrole russe, et tout le benzène n'est pas entraîné avec les hexanes; une partie reste et distille environ à 80°.

Enfin, le fait qu'il n'est pas possible d'obtenir de l'alcool absolu par la distillation de l'esprit de vin faible s'explique par la formation du mélange à point d'ébullition minimum contenant 4,43 °/₀ d'eau.

Dans le cas des mélanges qui contiennent trois composants, lorsque chacune des trois paires de liquides possibles est capable de former un mélange[1] à point d'ébullition minimum, il peut arriver qu'un mélange particulier des trois constituants distillera sans variation de composition à une température inférieure à celle du point d'ébullition d'un quelconque des mélanges binaires ou des composants purs.

[1] Le terme « mélange » est pris ici pour désigner non seulement les paires de liquides miscibles, mais aussi non miscibles ou partiellement miscibles, tels que le benzène et l'eau.

L'alcool éthylique, l'eau et le benzène forment un mélange ternaire de cette nature à point d'ébullition minimum, et, dans le tableau III, on trouvera la composition des mélanges à point d'ébullition minimum et les points d'ébullition des constituants purs et des mélanges.

Lorsqu'on distille un mélange des trois composants, le mélange ternaire (A. E. B.) bouillant à 64°,85 tend à passer le premier; mais, en somme, la distillation peut théoriquement avoir lieu de treize manières différentes, suivant la composition du mélange original :

1. Le mélange original a la composition du mélange ternaire à point d'ébullition minimum et distille sans changement;

2-4. Le mélange ternaire est suivi par un des composants purs;

5-7. Le mélange ternaire est suivi par un des

TABLEAU III. — *Composition et points d'ébullition des mélanges à point d'ébullition minimum.*

LIQUIDE à point d'ébullition constant	POINT d'ébullition	COMPOSITION POUR CENT		
		Alcool	Eau	Benzène
1. Alcool, eau et benzène (A. E. B.). . .	64°85	18,5	7,4	74,1
2. Alcool et benzène A. B.)	68,25	32,41	»	67,59
3. Eau et benzène (E.B.).	69,25	»	8,83	91,17
4. Alcool et eau (A. E.).	78,15	95,57	4,43	»
5. Alcool (A.).	78,3	100,00	»	»
6. Benzène (B.). . . .	80,2	»	»	100,00
7. Eau (E.).	100,0	»	100,00	»

mélanges binaires à point d'ébullition constant;

8 à 13. Le mélange ternaire passe le premier, ensuite un des trois mélanges binaires, et enfin un des constituants purs.

Le cas le plus intéressant et pratiquemment le plus important[1] est celui dans lequel un esprit de vin fort, contenant, par exemple, 94 ou 95° d'alcool, est distillé avec environ son propre poids de benzène. Les fractions dans lesquelles un tel mélange tendent à se séparer sont :

	POINT D'ÉBULLITION
1° A. B. E.	64°,85
2° A. B	68°,25
3° A.	78°,3

Ainsi, toute l'eau tend à passer dans la première fraction, le restant du benzène dans la seconde, tandis que l'alcool, qui est le plus volatil des trois constituants originaux, reste comme résidu.

Quoique les différences entre les points d'ébullition des trois fractions soient si faibles que la

[1] *Trans. Chem. Soc.*, 1902, t. LXXXI, 707; « Fractional Distillation », ch VIII.

séparation est très difficile, cependant, avec un rectificateur[1] très efficace, cette méthode de distillation avec le benzène constitue la meilleure méthode connue pour déshydrater l'alcool éthylique, et la même méthode peut être employée avec avantage pour enlever l'eau de l'alcool normal, ou iso-propylique, ou butylique tertiaire.

Pourtant, l'alcool méthylique ne forme aucun mélange à point d'ébullition minimum avec l'eau, ni l'alcool iso-amylique avec le benzène; on n'obtient pas non plus un mélange ternaire à point d'ébullition minimum lorsqu'on distille avec de l'eau et du benzène, soit les alcools précédents, soit un alcool à point d'ébullition supérieur à celui de l'alcool iso-amylique. Dans le cas de l'alcool méthylique, la première fraction consiste en alcool et benzène, tandis qu'avec l'iso-amylique ou quelqu'autre alcool à point d'ébullition encore plus élevé, elle consiste en benzène et eau.

Ainsi, le benzène ne peut pas être employé pour enlever l'eau de l'alcool méthylique; de même aucun agent déshydratant réagissant chimiquement avec l'eau ne donne de résultats complètement satisfaisants; d'un autre côté, la séparation de l'alcool méthylique et de l'eau par distillation fractionnée avec un rectificateur efficace est facile, et c'est une erreur de supposer qu'il soit difficile d'obtenir un alcool méthylique anhydre.

V. — Distillation fractionnée comme méthode d'analyse quantitative[2].

Lorsqu'un mélange peut être séparé par la distillation en deux constituants (soit deux substances pures, soit un mélange à point d'ébullition constant et une subtance pure), le poids du distillatum qui passe au-dessous du *point moyen*[3], lorsqu'on distille le liquide lentement à travers un rectificateur efficace, est presque exactement égal au poids du constituant le plus volatil, même lorsque la séparation est loin d'être complète.

Si le mélange original a une tendance à se séparer en plus de deux, disons en n composants, les poids de ces composants seront presque égaux respectivement à :

N° 1, le point du distillatum en dessous du premier point moyen;

N° 2 à $n-1$, les poids du distillatum entre les points moyens successifs;

N° n, le poids au-dessus du dernier point moyen.

Il y a toujours une petite erreur due à la perte par évaporation, mais la correction peut être établie approximativement.

Exemple : Un mélange de 100 grammes d'acétate de méthyle (Eb. 57°,1), 120 grammes d'acétate d'éthyle (Eb. 77°,15) et 100 grammes d'acétate de propyle (Eb. 101°,55) [points moyens 67°,1 et 89°,35] a été distillé à raison d'une goutte par seconde à travers un « rectificateur-évaporateur[1] » modifié à huit sections avec les résultats suivants :

		CORRIGÉE
Poids du distillatum :		
Au-dessous de 67°,1	97 gr. 95	98 gr. 45
De 67°,1 à 89°,35.	120 gr. 70	120 gr. 80
Poids du résidu au-dessus de 89°,35	100 gr. 55	100 gr. 75
Perte totale	0 gr. 80	0 gr. 00
	320 gr. 00	320 gr. 00

La perte totale a été de 0,8 gramme, dont il faut déduire 0 gr. 7 pour l'évaporation. Sur la perte par évaporation, on a supposé que 0 gr. 5 avaient été perdus au-dessous de 67°,1.

Un résultat encore plus satisfaisant a été obtenu en répétant la distillation, de nouveau en trois fractions.

Si la séparation est difficile ou si la quantité du constituant le plus volatil est relativement faible, deux ou trois distillations fractionnées peuvent être nécessaires avant que les poids des fractions (corrigés pour la perte) deviennent constants et égaux aux poids des composants. Lorsque la séparation des constituants est trop difficile pour être effectuée par distillation fractionnée, la méthode n'est pas applicable.

VI. — Composition des mélanges a point d'ébullition constant.

Un mélange à point d'ébullition constant se comporte comme une substance pure lorsqu'on le distille; par conséquent, si l'un des constituants dans lequel un liquide tend à se séparer constitue un mélange de cette nature, son poids peut être calculé si l'on connaît auparavant son point d'ébullition et sa composition. D'un autre côté, si l'on connaît le point d'ébullition constant du mélange (par suite le point moyen) et la composition du mélange original, la composition du mélange à point d'ébullition minimum peut être calculée d'après le poids du distillatum qui passe au-dessous du point moyen[2].

[1] *Trans. Chem. Soc.*, 1899, t. LXXV, 679: « Fractional Distillation », ch. X à XII.

[2] *Trans. Chem. Soc.*, 1902, t. LXXXI, 752. « Fractional Distillation », ch. XVI.

[3] Par *point moyen*, on doit entendre, dans tous les cas, la température moyenne entre les points d'ébullition des deux constituants (substances pures, ou mélanges à point d'ébullition constant) dans lequel le mélange original tend à se séparer; ou, dans le cas de mélanges plus complexes, la température moyenne entre les points d'ébullitions de deux fractions successives à point d'ébullition constant.

[1] *Trans. Chem. Soc.*, 1899, p. 694. « Fractional Distillation », p. 167.

[2] Ou celle d'un mélange à point d'ébullition maximum d'après le poids du distillatum au-dessus du point moyen.

La distillation, à travers un « rectificateur évaporator » à cinq sections, d'un mélange d'alcool propylique normal et d'eau, cette dernière en excès, peut être prise comme exemple.

Les points d'ébullition sont les suivants : mélange à point d'ébullition constant 87°,7 ; eau 100° ; point moyen 93°,85.

TABLEAU IV. — *Composition d'un mélange à point d'ébullition constant.*

MÉLANGE employé		POIDS au-dessous du point moyen		COMPOSITION DU MÉLANGE à point d'ébullition constant		
				par distillation %		de gravité spécifique %
Alcool. .	76,6	Observé.	106,7	Alcool .	71,8	71,69
Eau. . .	50,0	Corrigé .	106,7	Eau . .	28,2	28,31
	126,6				100,0	100,00

On effectue le calcul comme suit :

Poids de l'alcool propylique = 76,6 grammes.

Poids du mélange à point d'ébullition constant = poids corrigé du distillatum au-dessous du point moyen = 106,7 grammes.

Pourcentage d'alcool propylique dans le mélange à point d'ébullition constant :

$$\frac{76,6 \times 100}{106,7} = 71,8.$$

Dans le cas d'un mélange qui tend à se séparer en : 1° un mélange ternaire à point d'ébullition constant; 2° un mélange binaire à point d'ébullition constant; 3° une substance pure, — la composition du mélange ternaire peut être calculée si l'on connaît celle du mélange binaire et du mélange original, pourvu que les trois constituants (les deux mélanges à point d'ébullition constant et la substance pure) puissent être séparés par distillation fractionnée. On a établi que, lorsqu'on distille un mélange d'alcool éthylique, de benzène et d'eau, il peut passer sans changement dans sa composition, ou une séparation peut avoir lieu de douze manières différentes. Dans six d'entre elles, le mélange ternaire, un mélange binaire et une substance pure seraient obtenus si la séparation pouvait s'effectuer, mais c'est presque impossible lorsque le mélange binaire est formé d'alcool et d'eau et la substance pure d'alcool, parce que la différence entre leurs points d'ébullition est trop petite (moins de 0°,2). Le résultat est aussi peu satisfaisant avec le même mélange binaire et de l'eau comme produit final, mais les quatre autres méthodes de séparation sont applicables et ont été employées pour la détermination de la composition du mélange ternaire.

Les résultats moyens sont donnés ci-dessous, et l'on remarquera qu'ils s'accordent bien avec ceux qu'on obtient par l'estimation directe des constituants dans le mélange ternaire fractionné avec soin.

	DÉTERMINATION directe	RÉSULTAT MOYEN de la distillation
Alcool	18,5	18,7
Benzène	74,1	74,2
Eau	7,4	7,1
	100,0	100,0

Afin d'obtenir des résultats satisfaisants par la méthode de distillation, il est nécessaire d'employer un rectificateur très efficace, préférablement de la forme « évaporator », et de conduire la distillation lentement, par exemple au taux d'une goutte de distillatum par seconde.

Sydney Young,
Professeur de Chimie à Trinity College (Dublin).
Membre de la Société Royale de Londres.

REVUE ANNUELLE DE MÉDECINE

I. — SCORBUT.

Le scorbut est une maladie que les progrès de l'Hygiène ont réussi à rendre rare. Nous ne l'observons plus guère, dans nos pays, dans les milieux, camps, prisons, bas quartiers, etc., où elle sévissait autrefois. Le scorbut est même devenu presque exceptionnel au cours des croisières navales lointaines ou des hivernages prolongés.

L'idée de parler du scorbut dans cette revue m'a été suggérée par l'apparition récente d'un important ouvrage[1], dû à l'un de nos très érudits confrères, le Dr A. Dévé (de Beauvais). Cette œuvre, élaborée avec une patience infinie, témoigne d'un sens critique aiguisé, d'une grande modestie et d'une bonne foi scientifique parfaite.

L'étude étiologique approfondie que M. Dévé a faite à propos du scorbut a pour but de présenter cette maladie comme « la manifestation d'une infection d'essence palustre ».

Parmi les causes du scorbut, avant même la nourriture défectueuse, le confinement et le *mauvais air* ont été incriminés. Avec la doctrine bactérienne, on voit apparaître la possibilité d'action d'un germe pathogène spécial, puis sa description, sans toutefois que celle-ci ait reçu une sanction définitive.

[1] A. DÉVÉ : *Etude étiologique à propos du scorbut.* Paris, Vermot et Maloine, 1903.

M. A. Dévé montre la corrélation entre l'existence des foyers palustres et l'apparition du scorbut. Les historiens anciens avaient déjà fait cette remarque que le scorbut sévissait de préférence dans les contrées marécageuses, malariques; que celui-ci coïncidait presque toujours avec la fièvre paludéenne; que le scorbut de mer et le scorbut des pays de marais avaient la même essence; que le paludisme et le scorbut s'alliaient, s'associaient et donnaient lieu à des formes mixtes, à des combinaisons complexes. Tout marais n'est pas forcément un foyer de scorbut, pas plus que de paludisme; mais il faut un marais pour produire le scorbut, qui ne se manifeste jamais dans les pays secs. En outre, le scorbut disparaît des endroits où le sol est asséché. Il apparaît, au contraire, dans les contrées où, par suite de ruptures des digues, par exemple, le sol est redevenu marécageux. Les mêmes conditions favorables à sa production peuvent être réalisées artificiellement par des défectuosités dans l'hygiène des habitations; celles-ci tiennent à des détails parfois si minimes qu'ils passent inaperçus. La formation d'un véritable petit « marais domestique » et, par suite, d'un foyer d'infection peut résulter de la présence d'une flaque d'eau stagnante, d'un tas de fumier, de matières organiques en décomposition abandonnées sous un évier, d'une gouttière mal entretenue, de pots de fleurs cultivés en appartement, etc.

Tout milieu propre au développement du paludisme l'est également à celui du scorbut. Tel est le premier point démontré par M. Dévé. Il s'efforce ensuite d'établir un parallèle entre la marche et l'allure des deux affections. Il y a une grande analogie entre l'incubation des fièvres palustres et celle du scorbut. Comme les premières, celui-ci peut débuter soudainement, très peu de temps après la contamination. M. Dévé rapporte une belle observation de M. Georges Pouchet sur lui-même. Dans les deux cas, l'incubation se prolonge, plus ou moins longtemps, de quelques jours à plusieurs mois.

On a souvent donné le scorbut comme une résultante de toutes les misères qu'éprouve dans certaines conditions l'organisme humain. M. Dévé s'élève contre cette idée et la combat par des arguments tels que l'apparition brusque du scorbut parmi des individus robustes et sains d'apparence, et l'immunité de contraste que peuvent présenter des sujets chétifs et débilités. Il ressort des nombreuses observations qu'il fournit que l'étiolement n'est pas indispensable à la production du scorbut et qu'en temps d'épidémie les plus robustes sont parfois le plus atteints. L'invasion du scorbut est analogue à celle du paludisme : c'est encore un trait commun aux deux maladies.

Si l'on examine les symptômes cliniques par lesquels se manifeste le paludisme, on est frappé de leur variabilité, et ce polymorphisme se retrouve d'une façon nette dans le scorbut. L'aspect que donne à la peau la cachexie palustre est le même que celui du teint blafard, terreux et plombé du scorbutique. La mélanodermie s'observe dans les deux cas. L'anémie excessive, les œdèmes, les hydropisies leur sont communs. On connaît la tendance hémorrhagique du scorbut : on la retrouve dans le paludisme. D'où une confusion clinique embarrassante : « Lorsque l'une ou l'autre de ces modalités morbides prend la forme hémorrhagique, le diagnostic différentiel devient des plus délicats à formuler; souvent on n'y peut parvenir. » Au scorbut comme au paludisme appartiennent les complications pulmonaires et cardiaques, causes fréquentes de morts rapides ou subites. De même les névralgies et les pseudo-rhumatismes. L'inflammation et l'ulcération des gencives sont une lésion connue du scorbut, si bien qu'on l'a donnée comme pathognomonique de cette affection. Or, M. Dévé montre, par le récit d'observations de diverses sources, que, dans les pays où règne le paludisme chronique, il n'est pas rare que les paludéens soient affligés de stomatites avec des gencives boursoufflées et saignantes. Scorbutiques et paludéens présentent également des ulcères phagédéniques, des plaies gangréneuses et même des gangrènes viscérales. L'héméralopie est une complication à la fois paludéenne et scorbutique : cela est de notion certaine. M. Dévé va plus loin; il tend à en faire non seulement une complication, mais un symptôme de ces affections. Cette identification peut même s'étendre à la pellagre, que l'on a attribuée, comme le scorbut, à des causes alimentaires. Il n'y aurait pas besoin d'incriminer le mauvais état du riz et l'altération du maïs : riz et maïs sont cultures de pays humides. Or, la pellagre ne s'observe guère que dans les pays à fièvres. Ce rapprochement est susceptible d'avoir bientôt sa justification. On sait, en effet, que l'Italie est un des pays les plus éprouvés par la pellagre et aussi par les fièvres. Les mesures prises contre le paludisme, qui ont déjà donné de si heureux résultats, auront peut-être cet effet de raréfier du même coup la pellagre. Le fait s'est, d'ailleurs, produit en France, dans les Landes, où les modifications des conditions hygiéniques et l'exploitation du sol ont amené la disparition simultanée de la pellagre et des fièvres. Une autre affection, presque inconnue sous nos climats, le beriberi, sévit sur les côtes et dans les archipels asiatiques et malais. On en a fait une maladie microbienne particulière, après l'avoir aussi attribuée à des conditions alimentaires et atmosphériques. Mais nombre d'auteurs

l'ont déjà reliée au paludisme et ont remarqué l'efficacité de la quinine dans son traitement. Rien d'improbable à ce que le scorbut et le beriberi soient deux modalités d'une même affection. Les symptômes de polynévrite particuliers au beriberi, les troubles sensitifs et moteurs qui lui donnent son caractère clinique ne seraient que la localisation du germe morbide sur le système nerveux. Ce sera peut-être un des enseignements médicaux de la malheureuse guerre russo-japonaise que d'élucider complètement la question d'identité entre le beriberi et le paludisme. Le beriberi sévit en effet, dit-on, sur les troupes japonaises, et les médecins nippons sont parfaitement au courant de l'opportunité de ces questions et des méthodes convenables pour les résoudre.

Dans sa marche, dans les modes de terminaison du scorbut, on trouve encore des analogies évidentes avec le paludisme.

Ce travail de M. Dévé est d'une richesse extrême en documents, en pages historiques et en extraits choisis avec un sûr discernement. Il soutient cette thèse intéressante par des arguments textuels, rassemblés, comme il le dit, avec la foi médicale, avec « probité et piété », espérant que celui qui aura mieux à dire le fasse dans le même esprit.

II. — Trypanosomiase.

L'étude du sang, de ses parasites, des hématozoaires, l'étude des maladies coloniales, hier encore indéterminées comme la maladie du sommeil, ont mis à l'ordre du jour toute une catégorie d'organismes microscopiques jusqu'ici ignorés du public. Les Trypanosomes sont du nombre. Il y a cependant de longues années que ces êtres sont connus des naturalistes. Ce fut en 1841 qu'ils furent signalés pour la première fois par Valentin. Il les avait trouvés dans le sang de la Truite et avait vu qu'il s'agissait de petits vermicules fusiformes. Gluge, l'année suivante, les remarqua chez la Grenouille. Gruby, en 1842, les appela Trypanosomes, à cause du mode de progression qui leur est particulier. Ils s'avancent par un mouvement de vrille (τρύπανον, tarière; σῶμα, corps). Les zoologistes font de ces êtres des Protozoaires et les classent parmi les Flagellés, dont ils ont les caractères morphologiques et le développement. La plupart d'entre eux sont parasites du sang des divers animaux. Tous les Vertébrés sont susceptibles de leur servir d'habitat. On les a trouvés chez les Poissons, les Batraciens, les Oiseaux et les Mammifères.

Des caractères distinctifs existent entre les diverses variétés de Trypanosomes. Ils ont permis d'en faire une sorte de classification d'attente. C'est ainsi que les variétés trouvées chez les Oiseaux diffèrent du Trypanosome des Poissons, et ce dernier de celui du Rat, par exemple. Mais, essentiellement, ces parasites ont la forme suivante. Ils ont, à l'état adulte, l'aspect d'un vermicule plus ou moins aplati, muni d'un flagellum à son extrémité antérieure : ils se meuvent du côté du flagelle. Ce flagelle se continue avec une membrane plus ou moins distincte, mais très visible dans quelques espèces et si développée qu'elle forme une membrane ondulante. Flagelle et membrane ondulante ont des mouvements synergiques qui assurent la progression de l'animalcule. Leur protoplasma contient un noyau bien visible, faisant une tache claire sur la masse grisâtre et grenue du corps. Les Trypanosomes, suivant leur variété, ont de 10 à 60 μ de longueur sur 1 à 12 μ de largeur. Leur développement a été bien étudié par Danilewsky sur les Trypanosomes parasites des Oiseaux. Ils se multiplient dans la moelle des os, qui est leur habitat de prédilection. Leur reproduction se fait par segmentation. Les diverses phases sont les suivantes : l'adulte se rétracte, ce qui fait disparaître son flagelle et sa membrane ondulante ; il devient sphéroïde, ressemblant à un leucocyte. Puis la segmentation a lieu par division du noyau et division du corps, et groupement des divers segments en une sorte de grappe, qui se désagrège en donnant la liberté à de jeunes parasites ellipsoïdes, qui deviennent piriformes, et bientôt se munissent d'un flagellum.

Danilewsky a trouvé ces parasites dans le sang de divers Oiseaux : chez la Chouette, le Rollier, etc. Les Poissons (Saumon, Brochet, Perche, etc.) sont souvent infestés de Trypanosomes. La Grenouille en héberge plusieurs variétés, que Chalachnikow a décrites. Ce sont les plus longs : ils occupent souvent le rein. Chez la Grenouille verte, Sergent en a trouvé une nouvelle espèce. Enfin, les Mammifères en présentent diverses espèces. On les a décrits d'abord chez des animaux de laboratoire ou pris au hasard des recherches. Lewis, à Calcutta, trouva ces flagellés dans le sang des rats, *Mus decumanus* et *Mus rufescens*. A Bordeaux, Jolyet et de Nabias ont également rencontré des Trypanosomes dans le sang des lapins. Mais cette étude ne prit réellement tout son intérêt que lorsqu'on vit que certaines maladies frappant le bétail et les animaux domestiques pouvaient être occasionnées par la présence de ces animalcules dans le sang. Ainsi aux Indes et en Malaisie, les chevaux, mulets, chameaux et éléphants, les chiens mêmes, ont une maladie appelée *surra*. Griffith Evans, en 1880, a vu que les animaux atteints présentaient des hématozoaires en forme de spirilles, qui, plus tard, furent identifiés avec les Trypanosomes. Le parasite du surra serait analogue à celui du rat de

Lewis. En outre, Crockshank, sur le rat d'Europe, et Laveran, sur le rat de Paris, ont retrouvé ce même parasite. Dans le Zoulouland, au Soudan, les chevaux, bovidés et dromadaires succombent à une affection appelée le *nagana* ou maladie de la Mouche tsé-tsé (*Glossina morsitans*), parce que ce sont les piqûres de cet insecte qui l'inoculent. Bruce, en 1894, a démontré qu'elle est due à des Trypanosomes. Dans l'Amérique du Sud, au Brésil, les bestiaux ont une maladie analogue aux précédentes : on l'appelle le *mal de caderas*. On y trouve encore un Trypanosome. En Algérie et dans l'Europe méridionale, la dourine sévit sur les chevaux. Le sang des animaux malades contient le *Trypanosum equiperdum* (Doflein) ou le *Tr. rougeti* (Laveran). Une maladie décrite l'an dernier par Theiler sur les Bovidés du Transvaal et appelée *Galziekte* aurait une même cause.

Quand on eut mieux étudié et connu ces maladies des animaux, on en vint à penser que certains cas de pathologie humaine, jusque-là classés parmi les formes anomales du paludisme, pouvaient bien reconnaître une origine analogue. Toutefois, la trypanosomiase humaine ne reçut une irréfutable confirmation qu'après qu'Aldo Castellani eut, par l'examen du liquide céphalo-rachidien, démontré que les Trypanosomes étaient le véritable agent pathogène de la maladie du sommeil. En outre, cette singulière affection semblait jusqu'ici n'atteindre que des sujets de race nègre : on croyait le blanc réfractaire. Or, il n'en est rien. Patrick Manson et Dupont ont observé des cas de maladie du sommeil chez les blancs. D'autres maladies, telles que la fièvre Dum-Dum de l'Inde, le Kala-azar, sont causées par des Trypanosomes. Les travaux de Leishmann, de Donovan et de Rogers l'ont établi. Rogers put même cultiver le parasite en dehors de l'organisme. Ainsi a été constituée en très peu de temps toute une classe nouvelle de maladies parasitaires : les Trypanosomiases. La répartition géographique de ces parasites est beaucoup plus étendue qu'on ne le pensait jadis. On a même songé aux mesures prophylactiques à prendre pour s'opposer à la transmission des affections de ce genre. Récemment, à l'Académie de Médecine, MM. Blanchard et Brumpt demandaient non seulement qu'on interdît aux individus sains les régions infestées, mais réciproquement les régions saines aux malades. La *Glossina fusca* n'existe pas dans certaines contrées; mais d'autres Mouches, Tabanides ou autres, qui vivent en Europe, peuvent transmettre les Trypanosomes : d'où le vœu d'interdire nos contrées aux animaux importés des régions infestées.

Sergent a vu que le Trypanosome du dromadaire d'Algérie, qui serait identique à celui du surra, du nagana, peut atteindre le rat, la souris (non la souris sauvage), le chien, le cobaye, la chèvre, le macaque. Ces derniers animaux sont, au contraire, réfractaires au Trypanosome de la dourine, ce qui différencie cette affection des précédentes.

L'homme est réfractaire aux espèces de Trypanosomes du surra, du nagana et du mal de Caderas. S'appuyant sur ce fait, Laveran a pu en débarrasser le sang des souris, expérimentalement infestées de ces espèces, par l'injection du sérum humain. On peut donc espérer trouver le sérum d'un animal qui, réfractaire aux Trypanosomes qui peuvent vivre chez l'homme, le débarrasse du *Trypanosoma Gambiense* (Dutton), identique au parasite que Castellani a trouvé si souvent dans la maladie du sommeil. C'est ce que Laveran a cherché. Il vit que certains singes, le *Cynocephalus Sphinx* (Babouin) entre autres, sont réfractaires aux Trypanosomes. Des rats infestés par le *Tr. Gambiense* furent injectés avec du sérum de cynocéphale. Le résultat fut négatif; mais, sur la souris, il obtint des effets positifs. Le sérum de cynocéphale est donc ici comparable au sérum humain. Laveran constata, en outre, que le *Tr. Gambiense* résiste moins au sérum que d'autres espèces, telles que les *Trypanosoma Evansi*, *Brucei* et *Equinum*. Laveran et Mesnil ont appliqué cette méthode de l'influence comparée des sérums à la différenciation des parasites. En Gambie, les chevaux sont atteints par le *Trypanosoma dimorphon*. Celui-ci est distinct du *Gambiense* par ses caractères morphologiques et aussi parce que les animaux réfractaires au *Gambiense* sont sensibles au *Dimorphon*. Le sérum humain n'a pas d'action sur le *Gambiense*, et agit au contraire sur le *Dimorphon*.

En attendant que ces études de sérothérapie soient plus avancées, Laveran a recherché les médicaments actuellement utilisables. Il a observé que l'acide arsénieux à doses assez fortes et en injections hypodermiques est efficace chez les animaux infestés. Cette thérapeutique est-elle applicable à l'homme? On ne sait encore, car on ne peut ici raisonner par analogie, puisque le rat présente cette particularité de résister à des doses massives d'arsenic, alors qu'il meurt si on lui administre de faibles doses quotidiennes (Bordas).

Brumpt et Würtz ont remarqué la même action parasiticide de l'acide arsénieux sur le Ouistiti, qui est très sensible à la maladie du sommeil. C'est donc aux arsénicaux que, jusqu'à meilleur remède, il faudra recourir dans cette thérapeutique spéciale.

Enfin, Ehrlich et Shiga ont associé avec succès à l'acide arsénieux, dans le traitement des trypanosomiases expérimentales, un colorant de la série de la benzopurpurine, qu'ils ont appelé le *trypanroth*.

Ce composé, dans certains cas, est efficace, même quand on l'emploie isolément. Les résultats sont plus constants quand on l'associe à l'acide arsénieux. Malheureusement, isolé ou associé, ses effets jusqu'ici ont été nuls dans les expériences faites sur le *Trypanosoma Gambiense*.

III. — Obésité.

Des diverses formes des maladies de la nutrition, l'obésité est restée l'une des plus obscures dans ses causes et son mécanisme. Et pourtant, de nombreux Mémoires ont apparu depuis trente ans à son sujet. On sait la contribution importante qu'en France M. le Professeur Bouchard a apportée à cette étude par ses leçons sur le ralentissement de la nutrition. Ailleurs, les auteurs allemands, anglais, américains, tant au point de vue chimique que clinique, ont fait sur les échanges nutritifs des travaux considérables. Récemment, M. G. Leven[1] a fait de l'obésité une étude qui l'amène à une conception un peu différente des notions courantes. Ses propositions sont dignes d'être retenues.

Le poids du corps d'un adulte oscille dans de faibles limites. Cliniquement et considéré dans un laps de temps relativement étendu, il peut être tenu pour fixe. Cette invariabilité du poids existe tant que l'homme est dans un état de santé parfaite. Si elle n'existe plus, c'est un signe de souffrance organique. Cette donnée, au premier abord, paraît trop absolue, car c'est une notion banale que l'individu qui mange et boit beaucoup engraisse plus que celui qui est sobre. M. Leven, par des pesées précises et longtemps répétées, s'est assuré de l'exactitude du principe de la fixité du poids à l'état sain. Un homme bien portant peut se suralimenter, ne pas prendre d'exercice, et son poids n'augmente pas, la graisse ne s'accumule pas, parce qu'il a dans son système nerveux un régulateur du poids. Celui-ci ne se modifie qu'au moment où les conditions défectueuses de sa vie commencent à altérer sa santé. Réciproquement, le traitement médical ne peut faire engraisser ou maigrir que des malades ou des convalescents. La fonction morbide est si importante dans ces modifications du poids que, des maladies les unes font maigrir et les autres, contre l'idée généralement admise, font grossir. Des gens qui mangent très peu grossissent malgré leur abstinence. Tout le monde connait ces cas singuliers de personnes qui ont commencé à être obèses après la convalescence d'une grave maladie, fièvre typhoïde ou autre. M. G. Leven rapporte des cas curieux où des chagrins, des émotions vives et déprimantes ont déterminé l'obésité : tel cet officier anglais qui devint obèse après être sorti vivant d'un in-pace où il avait été jeté pour y mourir de faim.

De même, des traumatismes graves, qui ont déterminé des blessures physiques importantes et un grand ébranlement nerveux, sont parfois suivis d'obésité.

Pour M. Leven, toutes les causes d'obésité ont une même action : elles « altèrent le mécanisme normal du système nerveux régulateur du poids du corps ». Il est clair que ce mécanisme nerveux ne peut se maintenir normal qu'à la condition que les autres organes le soient. Il y a, en effet, une connexion intime entre les fonctions des divers systèmes et « une solidarité parfaite entre tous les viscères ». Partant de ce fait, M. Leven s'applique à chercher quel est le siège du désordre organique qui, par l'intermédiaire du plexus solaire, a retenti sur le centre régulateur du poids. Alors l'obésité n'est plus qu'un symptôme de maladies variables et très dissemblables, puisque chez l'un c'est une gastropathie, chez l'autre une affection utérine, chez un autre une affection nerveuse qui aura déterminé l'engraissement. Aussi verrons-nous M. Leven, sur une déduction très logique, rejeter absolument de la thérapeutique la cure dite d'amaigrissement. Il importe de traiter la maladie causale, et non pas de priver l'obèse d'aliments ou de liquides, ni de lui imposer des travaux physiques souvent disproportionnés à ses forces.

Des faits cliniques montrent l'influence du système nerveux sur l'engraissement. M. Leven en expose les diverses catégories : observations où la graisse s'est inégalement répartie, étant chez l'un localisée au tronc, chez l'autre absente de toute la moitié supérieure du corps; observations où l'obésité coïncide avec un cortège nombreux de troubles nerveux; cas de maladie de Dercum, où l'adipose douloureuse est accompagnée de lésions médullaires ou névritiques ou même cérébrales; cas de tumeurs graisseuses symétriques, de lipomes consécutifs à des névrites, à des blessures des nerfs, etc.

Les théories qui ont été instituées pour expliquer l'obésité ont subi de nombreuses variations. D'abord, un raisonnement simple rendit l'embonpoint proportionnel à l'abondance des aliments et au défaut d'exercice ; les recettes excédaient les dépenses. Puis on fit entrer en ligne de compte l'équivalent calorique des aliments. Quels qu'ils fussent, amyloïdes, albuminoïdes ou gras, les aliments étaient considérés comme renfermant un certain nombre de calories, qui, non utilisées, faisaient une épargne réalisée en graisse. Entre temps, on démontra que tous les aliments pou-

[1] G. Leven : L'obésité et son traitement. Paris, Joanin, 1904.

vaient être plus ou moins facilement transformés en graisse, ce qui affermit encore la théorie précédente. La clinique, cependant, observait que certains individus, avec un minimum de calories alimentaires à leur disposition, continuent à emmaganiser de la graisse. C'est à la suite de cette constatation que M. Leven, changeant les termes du problème, établit que l'engraissement est fonction, non de l'équivalent calorique de l'aliment, mais de sa digestibilité. Il ne sert désormais à rien de diminuer la ration de calorique, c'est-à-dire la ration alimentaire de l'obèse, pour le faire maigrir, puisqu'à la fin de la cure, il aura maigri, il est vrai, mais au prix de l'épuisement de ses propres réserves, tandis qu'il maigrira sans dépens s'il digère bien les aliments qu'il consomme. D'où il suit que le meilleur traitement de l'obésité est la mise à un régime surtout qualitatif.

M. Leven fait également le procès du régime sec. La suppression des liquides, si elle est excessive, devient dangereuse; et ce n'est pas elle qui fait maigrir, mais la suppression de la dyspepsie qu'occasionne l'excès des liquides. Le même raisonnement est applicable au vin, à l'alcool et même à l'exercice physique, qui, mal appliqué, devient surmenage. Le régime, quel qu'il soit, a des résultats nuls ou mauvais, si l'obèse continue à entretenir sa dyspepsie.

L'étiologie de l'obésité semble très complexe, mais cette complexité, selon M. Leven, n'est qu'apparente. Elle est produite, en effet, par tous les états, très dissemblables, qui troublent la nutrition. Chez la femme, l'obésité peut survenir si les étapes de la vie génitale, puberté, grossesse, ménopause, ne sont pas régulièrement franchies. Ailleurs, ce sont des maladies infectieuses diverses qui en sont le point de départ. On a déjà vu que, pour M. Leven, la dyspepsie en est la cause la plus fréquente, au point que « jamais on ne trouve en défaut la notion : l'obèse est toujours un dyspeptique ». L'obésité est héréditaire. La maladie se transmet à l'enfant dont la nutrition est troublée. Ramenez la nutrition dans ses limites normales et l'héritage ne sera pas transmis. Sur ce point, je ne puis tout à fait suivre les idées si encourageantes de M. Leven. Il me permettra une légère critique. Il me semble avoir une tendance trop nette à considérer l'obésité comme le symptôme d'une maladie définie. Il y a des cas, et ils sont multiples, où l'obésité n'est que la traduction de la déchéance organique produite par l'hérédité morbide. Des infections diverses chez les générateurs peuvent ne plus se manifester directement dans leurs produits. Elles déterminent des changements humoraux qui retentissent sur la contexture des tissus et qui ne sont plus des symptômes, mais des états définitifs particuliers. La substance totale de l'individu est changée, sa nature est modifiée, de telle sorte qu'une nouvelle race est fixée, si je puis ainsi dire, bien qu'elle soit généralement destinée à une extinction relativement rapide. Alors la médecine est et sera toujours impuissante à rétablir les caractères normaux.

M. Leven attache, à juste raison, une grande importance au poids physiologique des individus. L'engraissement pathologique se fait très rapidement. Pour se rendre un compte exact de l'adiposité d'un sujet, il faut recourir à l'évaluation pondérale de son segment anthropométrique suivant les données de M. Bouchard. Elles permettent de déterminer la proportion de graisse qui est en excès et, par suite, le degré d'obésité.

Les obèses ont une multitude de troubles. Un des plus constants est l'essoufflement facile, la dyspnée. On l'explique en partie par la gêne mécanique due à la surcharge graisseuse, en partie par des désordres cardiaques. M. Leven l'attribue pour une part à l'état de l'estomac. C'est une nouvelle indication pour régulariser chez l'obèse l'état des fonctions digestives. M. Leven a, d'ailleurs, le mérite incontestable d'éloigner les obèses des traitements qui peuvent leur nuire ou les amener à gaspiller leurs forces et à user leur résistance. Il cherche surtout à rétablir la régulation automatique de la nutrition, à voir quelle cause initiale a pu influer sur elle, et cette cause, nous l'avons vu, varie avec chaque malade. Aussi chez l'un, c'est l'estomac qu'il faudra soigner; chez l'autre, une bronchite; chez un autre, une entérite; chez une autre encore, un fibrome utérin, etc. Bref, c'est la maladie causale et non la graisse qu'il faut combattre; c'est le malade plutôt que l'obèse qu'il faut avant tout considérer. On voit que la conception de M. Leven est d'un intérêt pratique très réel et qu'elle est propre à mettre en sa vraie place une thérapeutique qui, trop souvent, ne côtoie que les marges de la voie médicale.

IV. — Traitement chirurgical des néphrites.

Les médecins ne suivent qu'avec peu d'entrain le courant qui porte vers la chirurgie la thérapeutique des affections des reins. Je ne parle pas des tumeurs, de la lithiase, des déplacements, des suppurations du rein, etc., qui, depuis longtemps, sont du ressort de la chirurgie, mais des processus aigus ou chroniques qui déterminent l'albuminurie médicale.

On fut, dès le principe, mis sur la voie de cette thérapeutique par la constatation des résultats

favorables qui suivirent certaines interventions pratiquées sur des malades qu'on croyait atteints d'affections rénales autres que celles qu'ils avaient réellement. M. Jaboulay (de Lyon) se montra, l'un des premiers, partisan de la cure du mal de Bright par l'incision de la capsule du rein.

Ce fut un chirurgien new-yorkais, G. Edebolhs, qui, en 1898, proposa la décapsulisation du rein comme moyen curatif des néphrites chroniques.

Récemment, Cavaillon et Trillat, élèves de M. Jaboulay, ont appuyé les idées de leur maître par la divulgation, en France, des travaux d'Edebolhs[1]. Au début, Edebolhs opérait des reins déplacés et malades; aussi joignait-il à la décapsulisation du rein sa fixation à sa place normale. Or, la capsule du rein étant enlevée, sur toute la surface de l'organe, il se fait des adhérences avec le tissu graisseux qui l'entoure. Ces adhérences sont parcourues par des vaisseaux de nouvelle formation, qui donnent au rein une circulation sanguine plus active. De là, « la résorption des produits inflammatoires intrarénaux et une rénovation épithéliale. Les fonctions de sécrétion redeviennent normales. Il y a, en un mot, une régénération de l'organe ». Cavaillon et Trillat font l'analyse des 51 opérations pratiquées par Edebolhs. Tous ces cas, selon l'auteur américain, concernaient des maux de Bright avérés, quelquefois même avec des complications graves, puisque certains malades étaient hydropiques, d'autres hémiplégiques; d'autres, enfin, avaient de la rétinite. Du reste, les interventions permettaient de vérifier l'état anatomique du rein, car on décapsulait l'organe et on pouvait constater l'adhérence de la capsule au parenchyme rénal, ce qui est un des caractères des néphrites scléreuses. En même temps, les chirurgiens remarquèrent l'unilatéralité des lésions. C'est un point sur lequel on a beaucoup trop insisté, à mon sens. On s'est encore étonné, je ne sais pourquoi, de l'inégalité des lésions dans les néphrites chroniques, car c'est là une particularité fort connue des histologistes. Quoi qu'il en soit, la décapsulisation du rein doit être faite en une seule séance et avec la plus grande rapidité possible, pour éviter les dangers de l'anesthésie.

Edebolhs a opéré 51 malades : 7 sont morts peu après l'opération; 7 autres sont morts plus tard, présentant une survie moyenne de vingt mois; 9 ont obtenu une guérison définitive. On convient de considérer la guérison comme définitive quand l'opéré, pendant six mois, ne présente plus dans l'urine ni albumine, ni cylindres, et que l'excrétion d'urée est restée normale. Ces phénomènes heureux se produisent, après l'opération, à une date variable suivant les malades. Des 28 cas restants, la plupart ont eu une amélioration notable; les autres ont été perdus de vue.

Cette question du traitement chirurgical des néphrites a été mise à l'ordre du jour du XXXIIIe Congrès allemand de Chirurgie. Rosenstein, en avril dernier, y rapporta six observations de décortication rénale, pratiquée sur divers néphrétiques. On y trouve une mort rapide, une mort plus lente, deux cas où l'opération n'eut aucune influence, et deux cas où il y eut une certaine amélioration. Ces résultats s'éloignent de la statistique d'Edebohls, qui donnait 18 % de guérisons et 43 % d'améliorations. Aussi Rosenstein présenta-t-il une objection très valable en disant que les troubles rénaux dont souffraient les opérés étaient dus peut-être plus à la néphroptose qu'à la néphrite même. En résumé, il n'est guère partisan de l'intervention.

Zondek, répétant l'opération d'Edebohls sur des lapins, vit qu'elle amenait des hémorragies et des lésions nécrotiques dans la couche corticale. Il avança, en outre, que la décortication supprimait une circulation périphérique du rein, suppression qui va à l'encontre du but proposé. Ces résultats furent confirmés par Stern, qui, dans trois cas, n'obtint aucun résultat. Riedel, Kümmell se montrent aussi sceptiques.

D'un autre côté, Pasteau et Ertzbischoff pratiquèrent, il y a quatre mois environ, une décortication des deux reins chez une femme de vingt et un ans, atteinte de néphrite double avec hématuries. Aussitôt après, les vomissements qu'elle présentait cessèrent, le sang disparut des urines, la diurèse de 30 grammes s'éleva à 800 grammes : bref, une amélioration surprenante se produisit, sans toutefois que les signes caractéristiques de la néphrite aient disparu.

On voit, d'après ces diverses tentatives, que ce procédé chirurgical de cure des néphrites chroniques n'a pas encore conquis droit de cité dans la thérapeutique classique. Il est à l'essai. Nous devons toutefois faire remarquer, en terminant, que les chirurgiens tendent à considérer les néphrites scléreuses comme des affections à marche trop rapidement progressive. Leur progression est fatale, je n'en disconviens pas; mais il est heureusement fréquent qu'elle se fasse par longues étapes. On observe des survies beaucoup plus longues que celles qui figurent dans les statistiques chirurgicales, alors même que le diagnostic de néphrite scléreuse est bien établi. Ajoutons encore que, sous toutes les plumes, la dénomination de « mal de Bright » est loin d'avoir la même valeur et que bien des auteurs, parmi ceux qui l'emploient, en ont oublié les caractères cliniques et anatomo-pathologiques.

[1] Cavaillon et Trillat : Du traitement du mal de Bright par la décapsulisation rénale, d'après G. Edebolhs, in *Presse médicale*, 9 janvier 1904.

V. — Radiothérapie.

Peu de temps après leur découverte, on a essayé d'appliquer les rayons de Rœntgen, non seulement au diagnostic des maladies, mais encore à leur traitement. On a expérimenté leur action sur les affections les plus diverses, sans autre prétention que de faire de la médecine empirique. Après bien des échecs et des tâtonnements, on commence à peine à régulariser l'application des rayons X. En même temps, on cherche à comprendre, à expliquer leur action. Ces derniers mois ont été riches en observations de ce genre; et l'on peut dès aujourd'hui se rendre compte des services rendus par le nouvel agent thérapeutique. Faisons de ces essais une rapide revue :

Les tumeurs, et principalement les tumeurs cancéreuses, ont été l'objet des premières tentatives. Les résultats, dans certains cas, furent très favorables. L'enthousiasme se manifesta, mais on vit bientôt qu'il ne fallait pas se hâter de généraliser, qu'il convenait de faire des distinctions entre les diverses sortes de tumeurs, et de classer celles qui pouvaient bénéficier de l'exposition aux rayons X. Les plus beaux succès furent obtenus dans les tumeurs intéressant la surface cutanée (peau, face, lèvres, orbite). Dans les cancers un peu plus profonds, ceux de la langue, du sein, les améliorations ne se manifestèrent pas avec autant de constance. Il y eut même des cas où l'application des rayons X fut plus nuisible qu'utile.

M. Tuffier, dans une étude récente, a montré quelle erreur on commettrait si l'on identifiait les unes aux autres toutes les tumeurs que l'on appelle cancers. C'est ce qui explique l'inégalité thérapeutique des rayons X dans les différents cas. Les cancers profonds sont rebelles au traitement. Prenons comme exemple la statistique de MM. Lemoine et Doumer. Ces auteurs ont essayé la radiothérapie dans 19 cas de cancer de l'estomac : ils obtinrent 2 fois des effets satisfaisants, 17 fois un résultat négatif. M. Lemoine pense, à ce propos, que la radiothérapie serait plus exclusivement favorable aux cancers consécutifs à d'anciens ulcères.

Les médecins américains ont publié des résultats très favorables obtenus dans des cancers de l'utérus, du vagin, du rectum, du rein, etc. Les tumeurs cancéreuses du sein guériraient de même; mais les observations publiées en Europe sur des cas similaires sont loin d'être aussi encourageantes. C'est ainsi que Perthes (de Leipzig) a eu des succès indiscutables dans les cancers de la peau, et des effets nuls sur ceux de la langue, de la bouche et du sein. Il a, en outre, constaté que les cellules cancéreuses se déforment, perdent leurs noyaux et forment une masse que ne tardent pas à pénétrer les leucocytes. Cela amène une sorte de cloisonnement dans le tissu cancéreux, qui finit même par disparaître. Ce qui prouve l'efficacité des rayons X, c'est que, dans certains cas, leur action est malheureuse. M. Oudin a signalé des phénomènes généraux, tels que fièvre, oligurie, albuminurie, toux, vomissements, etc., à la suite de séances trop prolongées ou trop fréquentes de radiothérapie. On a même observé une généralisation cancéreuse brusque.

Dans les cancers superficiels, au contraire, et surtout dans les cancers de la peau, les guérisons commencent à être fréquentes. Béclère, Monod, Leredde ont publié des guérisons d'épithéliomas de la face. Béclère a pu guérir un sarcome du maxillaire supérieur, qui avait récidivé après deux opérations chirurgicales successives. Tuffier a guéri un épithélioma tubulé de l'aile du nez; Brocq a constaté l'amélioration surprenante d'un sarcome cutané, Bizard la guérison d'un lymphosarcome, malgré des phénomènes de toxémie qui nécessitèrent l'espacement des séances.

Dans d'autres affections rebelles, telles que le mycosis fongoïde, on a noté des résultats encourageants. Brocq a observé de la diminution du prurit et un véritable affaissement des tumeurs. Jamieson enregistre une guérison.

Les tumeurs traitées rétrocèdent peu à peu et finissent par guérir ; mais, pendant le traitement, on vit se développer de nouvelles tumeurs en des endroits non exposés aux rayons X.

Dans les affections parasitaires du cuir chevelu, comme la teigne, la radiothérapie est devenue le traitement de choix. Sabouraud la préconise désormais, à l'exclusion de toute autre, et la dépilation facile qu'elle produit simplifie même la technique du traitement. Dans le psoriasis, R. Bernhardt a obtenu de bons résultats. Les chéloïdes, soumises aux rayons de Rœntgen, disparaissent (Harsha et Ochsner). Or, jusqu'ici, l'opération de ces cicatrices vicieuses s'accompagnait souvent de récidive.

Passons maintenant à des maladies moins directement abordables, de pathogénie obscure et qui semblent devoir bénéficier de la radiothérapie. Brauth a obtenu, dans l'épilepsie, des effets sédatifs manifestes, tout en continuant le traitement bromuré.

La leucémie a été, dans des cas assez nombreux, heureusement influencée par la radiothérapie. Senn a obtenu une guérison. Brown, Steinwand, en Amérique, ont eu de bons résultats après l'exposition de la rate de leucémiques aux rayons cathodiques. Guillon et Spillmann ont observé, sur une jeune fille leucémique, des effets très probants par cette même application à la région splénique. Ils ont constaté la diminution des leucocytes, celle du

volume de la rate, la disparition des hémorragies. D'une façon générale, les rayons X font diminuer le nombre des globules blancs. Pour Aubertin et Beaujard, qui ont suivi spécialement la marche de la régression leucocytaire dans la leucémie, la diminution se ferait par oscillations. Après l'application des rayons X, les leucocytes augmentent brusquement et considérablement, puis ils diminuent et descendent au-dessous de leur nombre initial. L'augmentation est immédiate; puis, au fur et à mesure que les séances se succèdent, elle ne se produit plus que très tard, si bien qu'elle passe inaperçue et qu'on ne constate plus que la diminution qui paraît fixe. Ces modifications sanguines précèdent toujours la régression du volume de la rate. Les phénomènes généraux que nous avons vus plus haut signalés par Oudin à propos des cancéreux se produisent aussi dans la leucémie. Steinwand a observé, dès la seconde séance de radiothérapie, une élévation de température supérieure à 40° et un état général mauvais; mais cela dura peu.

On a cherché également l'action des rayons de Rœntgen sur l'organisme normal. Citons à ce propos l'étude de H. Heineke sur l'action de ces rayons sur la rate à l'état physiologique. Exposant des animaux aux rayons X, il constata, quelques heures après l'application, une destruction de corpuscules de Malpighi. On sait que ces corpuscules sont des follicules éparpillés dans le tissu de la rate. Ils sont composés de cellules lymphatiques, de leucocytes surtout mononucléaires. C'est dans ces follicules que se forment les lymphocytes, qui se jettent ensuite dans les lacunes sanguines de la rate, puis rejoignent la circulation générale. Or, les rayons X déterminent la fragmentation des noyaux des lymphocytes, qui disparaissent et, par suite, réduisent au minimum le corpuscule malpighien. Le même phénomène de destruction a lieu dans tous les autres organes lymphoïdes, dans les ganglions, dans les follicules clos de l'intestin, dans le thymus. On s'explique ainsi comment l'action thérapeutique des rayons de Rœntgen peut convenir aux affections des organes lymphatiques, telles que la leucémie.

Sur des cellules d'un autre ordre, leur action est aussi réelle. Albers, Schönberg et Frieben ont essayé leur influence sur les cellules des testicules. L'exposition de lapins et de cobayes aux radiations cathodiques pendant quelques séances de quinze à vingt minutes suffit pour stériliser leur glande séminale. L'appétit génésique des mâles persiste-la copulation a lieu, mais la conception ne se produit pas. On constate chez ces animaux une atrophie testiculaire considérable et la disparition des spermatozoïdes.

Les rayons de Rœntgen ont aussi une action sur les diastases de l'organisme. Ils favorisent, d'après les expériences de Lépine et Boulud, la formation de l'amylase du pancréas. De même, ils augmentent la glycogénie hépatique et la glycolyse sanguine : mais, à la longue, ils peuvent abolir l'une et l'autre.

Outre ces diverses et importantes constatations, on s'est aperçu, au cours des essais thérapeutiques, qu'il fallait appliquer les rayons X d'une façon très méthodique et que le succès dépend en grande partie de cette méthode. Après les travaux de Sträter, de Kienböck, de Oudin, Béclère, qui depuis longtemps s'est attaché à l'étude de la radiologie médicale, a établi les principes du dosage en radiothérapie. Il faut tenir compte de deux données principales : le degré d'activité, la faculté de pénétration, bref de la qualité des radiations d'une part, et de leur quantité d'autre part. Pour en tenir compte, il faut savoir les mesurer. Or, la qualité se mesure au moyen d'un instrument imaginé par M. Louis Benoist et appelé le radiochromomètre. Un dispositif simple permet de comparer la pénétrabilité de plaques d'aluminium dont l'épaisseur varie d'un à douze millimètres à la pénétrabilité d'un mince disque d'argent. La quantité des rayons émis se mesure avec un autre instrument, inventé par M. Holzknecht, appelé chromoradiomètre. Son principe repose sur la colorabilité de certains sels, tenus secrets, sous l'influence des rayons X. Ils sont incorporés dans une substance organique transparente, qu'on place dans un petit godet et qu'on expose en même temps que le malade aux rayons cathodiques. Les sels prennent une coloration verte, dont il est facile d'évaluer la teinte en se rapportant à une échelle graduée spécialement pour cette appréciation. On sait que les ampoules qui sont la source des radiations ne restent pas invariables. La qualité des radiations varie avec le degré du vide de l'ampoule. Il a fallu chercher à rendre le plus égal possible le pouvoir radiogène des ampoules. On est parvenu à les rendre « réglables » au moyen de l'osmo-régulateur de Villard, auquel M. Béclère a adjoint un petit appareil très simple, le spintermètre, qui sert à apprécier approximativement le degré de vide ou plutôt indique leur degré de résistance électrique et aide à mesurer le pouvoir de pénétration des rayons. Pour les détails techniques, nous engageons nos lecteurs à se reporter au Mémoire très clair de M. Béclère[1]. D'autres points secondaires commencent à être élucidés : durée et intervalles des séances, distance de l'ampoule à la région malade, réaction individuelle du sujet, etc.

Tel est le chemin parcouru en une dizaine d'années par la radiothérapie : il valait la peine qu'on le remarquât. **Dr A. Létienne.**

[1] A. Béclère : Le dosage en radiothérapie, Paris, 1904, et in *Presse Médicale*, 3 février.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

König (Julius). — **Einleitung in die allgemeine Theorie der algebraischen Gröszen.** *Aus dem Ungarischen übertragen vom Verfasser.* — 1 *vol. in-8° de* 564 *p. B. G. Teubner, Leipzig,* 1904.

Il ne s'agit pas d'un manuel, mais d'un traité destiné à la fois aux étudiants et aux professeurs; il a pour objet l'étude des fondements de la Théorie des nombres algébriques. L'exposé est caractérisé par un enchaînement très simple des théorèmes fondamentaux, grâce à l'introduction, dans le domaine des nombres entiers et rationnels, des notions de domaines *holoïdes* et *orthoïdes*. Ces notions sont utilisées dans le chapitre consacré à la *divisibilité* pour démontrer, d'une manière très élémentaire, le théorème fondamental de Kronecker. L'auteur applique ce théorème à l'étude des *formes résolvantes*, qu'il établit comme une extension arithmétique de la notion de résultant. Il présente ensuite les notions essentielles relatives aux *nombres algébriques*, puis il donne une théorie tout à fait générale de l'*élimination*, basée d'une part sur la considération des formes résolvantes, d'autre part sur l'introduction, d'après Kronecker, d'une nouvelle indéterminée. Vient ensuite la théorie générale *des résultants* et *des discriminants*.

La résolution des *équations linéaires* fait l'objet d'une étude approfondie. Elle comprend les propriétés générales et la théorie algébrique de ces équations, puis leur théorie arithmétique.

L'ouvrage se termine par un chapitre consacré au calcul des entiers algébriques. H. Fehr,

Professeur à l'Université de Genève

Wiencke (Ernst). — **Der geometrische Vorkursus in schulgemässer Darstellung.** — 1 *vol. de* 97 *pages, avec* 59 *fig. B. G. Teubner, éditeur. Leipzig et Berlin,* 1904.

On est à peu près d'accord, aujourd'hui, pour admettre que la Géométrie se fonde sur une base nettement expérimentale, que l'idée mère qui l'inspire est celle des rapports des choses stationnées dans l'espace, et que les corps de la Nature sont l'origine des concepts géométriques fondamentaux : volume, surface, ligne, point. Il s'ensuit qu'il faut faire reposer l'enseignement de la Géométrie élémentaire sur la méthode de l'intuition, de l'observation directe, procédant des corps matériels pour arriver, par des abstractions successives, par un certain travail d'idéalisation, aux notions élémentaires. Un mode vieilli d'exposition procède, au contraire, du « point » conçu *a priori*, comme le dernier terme, l'évanouissement d'un objet réel dont la grosseur a diminué sans cesse; ce point devient l'élément générateur, le facteur de tout le reste. Cette dernière méthode semble définitivement condamnée, sous le rapport logique et pédagogique, et, un peu partout, croyons-nous, on lui substitue la saine méthode intuitive.

Le petit volume que nous présentons aujourd'hui y contribuera sans doute. Fruit d'une longue expérience, il s'attache à montrer combien il est nécessaire de créer une base faite presque uniquement d'acquisitions personnelles à l'élève, où les « définitions » sont le moins et les descriptions le plus nombreuses, où la précision remplace l'étendue, où, enfin, les facultés d'abstraction et de généralisation sont développées avec le plus de prudente rigueur possible. Pour y faciliter l'observation, l'auteur présente une série de modèles simples, mobiles, d'un grand secours, par exemple, dans l'étude des notions de variabilité, de constance, de similitude. Vient ensuite le détail de toute une série de leçons méthodiques, très substantielles, suivant l'ordre logique adopté. Tout ce qu'il y a d'essentiel dans les « Éléments » se déroule normalement, simplement, sans le rigide et fastidieux appareil théorématique qui a rendu trop célèbre le livre de Legendre.

Sans doute, pour beaucoup de professeurs élémentaires, ce petit ouvrage ne présentera pas grande nouveauté : espérons-le du moins; il faut néanmoins être reconnaissant envers l'auteur d'avoir démontré, avec conscience et précision, que l'on doit avant tout viser, dans les études mathématiques élémentaires, moins à une instruction proprement dite qu'à une rationnelle éducation scientifique. Ed. Demolis,

Maître à l'Ecole professionnelle de Genève.

2° Sciences physiques

Guillaume (Ch.-Ed.), *Directeur-adjoint du Bureau international des Poids et Mesures.* — **Les Applications des Aciers au nickel,** *avec un appendice sur la* **Théorie des Aciers au nickel.** — 1 *vol. in-8° de* VII-215 *pages, avec* 25 *figures dans le texte.* (*Prix* : 3 *fr.* 50.) *Gauthier-Villars, éditeur. Paris,* 1904.

M. Ch.-Ed. Guillaume vient de réunir en un volume la description raisonnée des multiples applications des aciers au nickel. Personne, assurément, n'était mieux désigné pour cette tâche que l'auteur de la découverte fondamentale d'où ces applications sont sorties tout armées. Peu d'observations scientifiques ont eu plus rapide fortune, probablement parce que le même savant qui avait fait celle-ci a su en tirer les conséquences, soumettre ces conséquences à l'expérimentation la plus minutieuse, les transporter dans la pratique et les y suivre jusqu'à ce qu'elles fussent en état de continuer leur chemin.

Il se trouve que le fer est sujet à des transformations allotropiques accompagnées d'une variation du volume et d'une variation du module d'élasticité et que le signe de ces variations est contraire à celui des variations normales que les changements de température font subir aux constantes physiques considérées. De plus, les points de transformation, avec toutes les anomalies qui en dépendent, sont à la fois étalés et abaissés, le long de l'échelle des températures, par l'addition de certains corps étrangers. Le nickel, notamment, quand sa teneur dans l'alliage monte de zéro à 25 °/₀ environ, en présence d'un peu de carbone et de manganèse, abaisse progressivement les transformations au-dessous du zéro centigrade; puis, la teneur en nickel continuant à croître, un mouvement inverse se produit : les transformations se relèvent, progressivement encore et en restant étalées, et elles deviennent réversibles. Il suit de là que certains aciers au nickel, de composition convenable, devront présenter, autour de la température ordinaire, un minimum de dilatabilité et un minimum de variation du module d'élasticité. Mais ces derniers faits, qu'il eût été possible de prévoir, n'avaient pas été prévus. C'est par l'expérience que M. Guillaume a réussi à les trouver, par expérience encore que M. Thury et M. P. Perret ont fait de nouvelles constatations intéressantes au sujet du module. Enfin, une bonne chance a voulu que les variations normales et anormales pussent se compenser exactement, et au-delà. Dès lors, les applications se présentaient en nombre.

1° *Etalons de longueur.* — L'alliage de dilatation nulle (ou presque nulle), que l'on désigne sous le nom

d'*invar* (abréviation d'invariable), semble particulièrement approprié à la confection des étalons de laboratoire. Cependant, les petites variations de longueur qu'il peut subir dans le cours du temps ne permettraient pas de l'appliquer aux étalons de premier ordre dont la stabilité absolue est la condition indispensable. Mais cet inconvénient disparaît dans tous les cas où une permanence de l'ordre du micron est suffisante. On peut employer aussi l'alliage à 43-45°/₀, qui associe à une stabilité complète une dilatabilité au plus égale à celle du platine.

Un étalon auxiliaire en *invar* simplifie beaucoup la détermination absolue d'une dilatation. Pour les déterminations relatives, l'idéal est d'associer à la règle à étudier une barre de dilatation très voisine : cette condition peut être facilement remplie par une série graduée d'étalons de différentes teneurs en nickel.

Mais c'est en Géodésie, pour la mesure des bases, que les nouveaux aciers rendent les services les plus évidents. Les simplifications qui résultent de leur emploi ont été étudiées par MM. Benoît et Guillaume et ont pu être immédiatement utilisées dans les grandes opérations géodésiques exécutées récemment, en vue d'une nouvelle détermination de la figure de la Terre, tant au Spitzberg qu'à la République de l'Equateur[1], sous des climats particulièrement rudes, sans que les exigences ordinaires des meilleures mesures eussent été diminuées. Précisément, dans ces dernières années, un nouveau système de mesure des bases, remplaçant les étalons rigides d'autrefois par des fils tendus sous un effort constant et auxquels on attribue toujours la même longueur (sauf la correction de température), avait été imaginé par le Professeur Jäderin, de Stockholm. Ce système, qui a fait ses preuves et triomphé des objections qu'on lui avait opposées à priori, se contente d'un matériel peu encombrant et peu coûteux pour obtenir des mesures très rapides. Mais, sous sa forme primitive, il était bi-métallique, c'est-à-dire qu'il exigeait deux fils de métaux différents que l'on amenait successivement sur les portées. Le remplacement de ces deux fils par un fil unique en invar constituait un progrès considérable. MM. Benoît et Guillaume ont, d'ailleurs, vérifié que les déformations permanentes pouvant résulter de la tension normale appliquée dans les mesures (et même de tensions très supérieures) sont négligeables, que l'enroulage pratiqué dans de bonnes conditions n'entraîne pas non plus de déformations permanentes et que les modifications spontanées de longueur, notables dans un fil écroui par la filière, deviennent extrêmement faibles après un étuvage prolongé à 100°. Ils ont également perfectionné le mode de tension des fils en le rendant indépendant des aides, la forme du repère et le procédé de détermination des pentes. La précision des mesures peut ainsi atteindre le 1/500.000.

2° *Applications chronométriques.* — Les applications à la correction des instruments destinés à la mesure précise du temps sont de trois ordres distincts : les premières et les plus évidentes ont trait à la construction du pendule des horloges; d'autres se rapportent au balancier des chronomètres, les dernières concernent le spiral.

Par l'application des alliages peu dilatables à la construction des pendules compensés, on peut obtenir, dans les horloges de premier ordre, des marches plus parfaites que par les systèmes usuels de compensation. Les dispositions particulières du nouveau pendule rendent ces horloges transportables sans qu'aucune de leurs pièces en soit préalablement enlevée. Pour ces horloges, les faibles changements de l'*invar* dans le cours des temps sont sans importance, les marches étant vérifiées à intervalles plus ou moins réguliers par des observations astronomiques. Dans un autre domaine, la simplicité de la compensation et la très minime augmentation de prix qu'elle impose permettra de l'appliquer à toutes les horloges qu'il est intéressant, par le fait de leur marche déjà suffisante, de mettre à l'abri des variations de température. Telles sont, en particulier, les horloges civiles électriques qui, en raison de leur remontage automatique, doivent conserver leur marche pendant un temps prolongé.

L'anomalie d'élasticité des aciers au nickel apporte aussi au réglage des montres un élément nouveau et important. Grâce à la faible variation du module de ces alliages par un phénomène de compensation interne intimement lié aux transformations magnétiques, certains aciers au nickel conservent une élasticité à peu près constante aux températures ordinaires. L'emploi de ces aciers dans la construction du spiral améliorera sensiblement la marche des montres susceptibles, par leur construction, de donner une régularité de marche comprise entre dix secondes et une minute par jour.

L'horlogerie moyenne, comprenant les montres dont la marche se maintient à quelques secondes près par jour, ne semble pas devoir bénéficier beaucoup de l'emploi des aciers au nickel. Mais un grand progrès se retrouve dans le chronomètre de haute précision susceptible de marcher avec une régularité de une à deux secondes par jour et où les systèmes ordinaires de compensation apportent des erreurs plus fortes. L'emploi, dans le balancier compensateur, d'un acier nickel dont la dilatation vraie va en diminuant à mesure de l'élévation de la température, a permis d'annuler l'erreur secondaire de la compensation, c'est-à-dire le défaut de proportionnalité des marches aux températures, tout en assurant une conservation remarquable des marches.

Toutes les phases de l'anomalie due à la transformation se trouvent ainsi utilisées pour le perfectionnement des instruments destinés à la mesure du temps.

3° *Applications diverses.* — L'emploi de l'*invar* est tout indiqué pour les appareils de précision tels que comparateurs à microscopes mobiles, cathétomètres, lunettes astronomiques dont les diverses parties peuvent subir des températures inégales et, par suite, des distorsions gênantes; il l'est aussi pour les transmissions indéréglables à distance.

Une dilatation très faible n'est pas toujours un avantage. Beaucoup d'instruments, qui sont composés d'une pièce de verre enchâssée dans du métal ou renfermant un élément métallique, sont défectueux, non parce qu'ils se dilatent, mais parce qu'ils associent des matériaux d'inégale dilatabilité. La série des aciers nickel fournit des alliages ayant même coefficient de dilatation que le verre et l'association hétérogène est mise ainsi à l'abri des dissensions intestines. Déjà le platine est remplacé par un acier au nickel dans la construction des lampes à incandescence; on pourra donc restituer aux industries qui le réclament impérieusement, et le payaient de plus en plus cher, tout le métal précieux, 1.000 kilogrammes environ, soit le sixième de la production totale, que ces lampes absorbaient chaque année sans en rien restituer. La fabrication du verre armé, dans lequel l'adhérence parfaite n'est pas de rigueur, est encore plus facile; les essais faits par M. Appert ont été couronnés d'un plein succès.

M. Guillaume termine son livre par des considérations scientifiques générales, dont les lecteurs de la *Revue* ont eu la primeur dans les numéros des 15 et 30 juillet 1903. L'adhésion donnée par l'auteur à ce qu'on a appelé la théorie allotropique de l'acier a apporté à cette théorie, non seulement un supplément de force morale, mais encore des preuves expérimentales nouvelles et quantitatives[1]. F. Osmond.

[1] Cᵗ R. Bourgeois : L'État actuel de la Géodésie. *Rev. gén. des sc.*, t. XV, p. 376.

[1] Voir aussi L. Dumas : A propos de la théorie des aciers au nickel, dans la *Revue* du 15 août 1903, et F. Osmond : Contribution à la théorie des aciers au nickel, dans la *Revue* du 30 août 1903.

3° Sciences naturelles

Dehérain (Henri). — **Etudes sur l'Afrique. Soudan oriental, Ethiopie, Afrique équatoriale, Afrique du Sud.** — 1 *vol. in*-16 *de* VI-301 *pages et* 11 *cartes* (*Prix* : 3 *fr.* 50). *Hachette et Cie, éditeurs. Paris*, 1904.

Il n'est pas besoin de présenter aux lecteurs de cette revue M. Henri Dehérain; depuis de longues années, tous apprécient à leur entière valeur les qualités de fond et de forme qu'ils ont plaisir à retrouver dans chacun de ses articles : une science sûre et précise, une information abondante et soigneusement contrôlée jusque dans les moindres détails, une exposition claire et élégante, un style sobre et châtié. Que ces différents mérites constituent la caractéristique du talent de M. Henri Dehérain, c'est ce dont la récente publication de ses *Etudes sur l'Afrique* a fourni la preuve; de quelque discipline que procèdent les chapitres de ce livre, en effet, qu'ils aient trait à l'histoire de la géographie, à l'histoire et à la géographie économiques, à l'histoire politique et coloniale, tous possèdent ces multiples qualités, à la valeur de chacune desquelles ajoute leur réunion dans un harmonieux ensemble.

Les études diverses qui composent ce volume, et qui portent sur le Soudan oriental, l'Ethiopie, l'Afrique équatoriale et l'Afrique australe, sont toutes d'un très vif intérêt. Il en est toutefois quelques-unes, relatives surtout aux parties équatoriale et méridionale de l'Afrique (telles sont « le Soudan oriental sous la domination mahdiste », « une tentative de conquête du Mozambique portugais par les Hollandais en 1662 », et la curieuse biographie d' « un ancêtre des Boers, Henning Husing »), que leur caractère exclusivement historique met trop en dehors des préoccupations habituelles de la *Revue générale des Sciences pures et appliquées* pour que nous nous y arrêtions. D'autres morceaux, par contre, méritent de retenir notre attention; ce sont certaines études de géographie économique, qui font connaître l'une des principales agglomérations urbaines du Soudan central, la ville de Ngaoundéré en Adamaoua, le commerce de Siout avec le Darfour avant l'invasion mahdiste, ou encore en quoi consistaient, il y a une dizaine d'années, les opérations commerciales d'un traitant d'ivoire, tel que Charles-Henry Stokes, et quelles transformations avaient, dès 1894, accompli les Italiens dans leur colonie de l'Erythrée; ce sont surtout les chapitres qui ont trait à l'histoire de la Géographie. Parmi ces derniers, — les plus nombreux des *Etudes sur l'Afrique*, — les uns exposent les découvertes d'un explorateur éminent, tel qu'Antoine d'Abbadie, Oscar Baumann, Adolphe Delegorgue et le major Serpa Pinto; d'autres retracent en quelques pages concises, pleines de faits précis, les progrès de nos connaissances sur un point ou sur une région du continent africain : plaines sub-éthiopiennes, Afrique orientale allemande, lac Kivou et volcans du Mfoumbiro, mont Rouwenzori. Quelques cartes, d'une grande clarté, accompagnent ces excellents aperçus et en facilitent la lecture attentive. Faisons enfin une place à part, dans cette série consacrée à l'histoire de la géographie de l'Afrique, à une très curieuse étude sur la toponymie de la colonie du Cap de Bonne-Espérance au XVIIIe siècle, étude qui nous fait souhaiter de voir M. Henri Dehérain poursuivre ses investigations dans cet ordre de recherches si intéressant et trop peu cultivé, — et classons hors série quelques pages d'un piquant imprévu sur les surnoms assez sagaces, parfois plaisants, jamais méchants ni cruels, des Européens en Souaheli.

Des différents morceaux que nous venons de signaler, un bon nombre ont paru à diverses époques (nos lecteurs se le rappellent certainement) dans la *Revue générale des Sciences*; ils ont été, aussi bien que ceux auxquels d'autres recueils périodiques avaient d'abord donné l'hospitalité, plus ou moins complètement retouchés par l'auteur. Ainsi a été assurée l'homogénéité parfaite de ces *Etudes sur l'Afrique*. Sur deux d'entre elles, nous voulons insister tout particulièrement ici : dans l'une, insérée naguère dans le *Journal des Savants*, M. Henri Dehérain a mis en pleine lumière les découvertes géographiques de William Cotton Oswell, un inconnu, ou tout au moins un méconnu, qui a emmené Livingstone au lac Ngami en 1849, et qui aida cet illustre explorateur, en 1851, à gagner le Zambèze qu'il avait en vain tenté d'atteindre seul en 1850; l'autre est une biographie, presque complètement inédite, d' « Emin Pacha administrateur, voyageur et savant ». Cette importante biographie, absolument impartiale, la meilleure que nous connaissions du célèbre et singulier aventurier allemand, est accompagnée d'une bibliographie critique très soigneusement dressée.

Ce n'est pas d'ailleurs le seul chapitre de son livre que M. Henri Dehérain ait pourvu de cet appareil scientifique; nombre d'autres morceaux des *Etudes sur l'Afrique* sont également suivis d'une bibliographie plus ou moins étendue. Il en résulte que cette œuvre de haute et savante vulgarisation est en même temps un véritable instrument de travail pour le lecteur désireux d'approfondir une question déterminée, et de pénétrer dans le détail des faits géographiques si curieux dont le livre de M. Henri Dehérain fournit un nerveux et substantiel résumé. HENRI-FROIDEVAUX.

Bodin (E.), *Professeur de Bactériologie à l'Université de Rennes.* — **Biologie générale des Bactéries.** — 1 *vol. de* 184 *pages de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire.* (*Prix* : 2 *fr.* 50). *Masson et Cie éditeurs, Paris*, 1904.

Réunir en un bref volume l'ensemble des notions relatives à la biologie générale des bactéries, peut paraître une œuvre difficile à réaliser. On ne peut nier, cependant, que M. E. Bodin n'y ait réussi. L'auteur s'est proposé de résumer l'ensemble des lois et des faits qui régissent la morphologie et la physiologie des microbes, leurs relations avec le milieu extérieur, leur rôle, principalement leurs fonctions pathogènes. « Appuyé sur les leçons et l'enseignement de MM. Duclaux et Roux », libéré, aussi, de tout détail de technique, ce petit volume est fort lucide. Il peut être lu par un débutant; il sera profitable à l'étudiant, car il peut servir de préface à l'étude de la Microbie et même de la Pathologie générale dans ses rapports avec les germes infectieux. Dr H. VINCENT,
Professeur au Val-de-Grâce.

Deyrolle (Emile). — **Oiseaux.** *Collection de l'Histoire naturelle de la France; nouvelle édition augmentée.* — 1 *vol. in*-16 *de* 304 *pages avec* 146 *fig. et* 35 *planches hors texte.* (*Prix* : 5 *fr.* 50). *Les fils d'Emile Deyrolle, éditeurs. Paris*, 1904.

Cette seconde édition ne diffère de la première que par l'adjonction de 8 planches hors texte (photographies) et 12 planches dans le texte; comme l'auteur l'explique dans sa préface, c'est un ouvrage de détermination élémentaire, destiné aux débutants qui désirent mettre un nom à peu près exact sur les Oiseaux qu'ils ont recueillis; aussi M. Deyrolle ne s'est nullement préoccupé de grouper ses descriptions suivant la classification moderne, pas plus que de la synonymie ou des subdivisions génériques que l'on a prodiguées chez les Oiseaux comme ailleurs; par exemple : les Chouettes, Ducs et Hibous sont rangés dans un genre unique *Strix*; les Rossignols, Fauvettes, Rouges-gorges dans le genre *Sylvia*, etc.

La partie descriptive, abrégé du Degland et Gerbe, est suffisante pour les mâles, mais il n'en est pas toujours de même pour les femelles, plus difficiles à caractériser; il n'y a pas de descriptions des jeunes avant la mue, non plus que des poussins; les planches en couleur représentant les têtes d'Oiseaux sont tout à fait excellentes et exactes, et le plus souvent permet-

front d'arriver facilement à la détermination spécifique.

A propos de la distribution géographique et des mœurs, brièvement indiquées pour chaque espèce, je ferai remarquer que la présence dans les Vosges du grand Corbeau (*Corvus corax*) est bien douteuse, de même que celle du Gypaëte barbu dans les Alpes françaises; il n'y a guère lieu de maintenir la Cigogne noire dans la faune française, ou bien il faudrait y introduire des espèces comme le *Buteo ferox*, capturé deux fois dans ces dernières années. Le Merle n'est pas d'un naturel si farouche que le veut la tradition, car il niche très bien au milieu des villes dans de petits jardins; ce n'est pas le petit Coucou qui pousse hors du nid ses frères d'adoption, mais bien la mère qui tue les œufs de l'hôte.

La correction typographique du texte laisse un peu à désirer; le plus souvent les noms propres d'Oiseaux, vulgaires ou latins, n'ont pas de majuscules; on peut se demander pourquoi le *Syrrhaptes* est intercalé entre deux espèces du genre *Tetrao;* mais ce sont là des détails bien faciles à corriger dans une prochaine édition, que je souhaite, car, somme toute, ce petit livre, qui n'a pas de similaire en France, est commode et remplit bien le but élémentaire qu'il se propose.

L. Cuénot,
Professeur à l'Université de Nancy.

4° Sciences médicales

Tripier (R.), *Professeur à la Faculté de Médecine de Lyon.* — **Traité d'Anatomie pathologique générale.** — 1 *vol. gr. in-8° de* 1015-XII *pages avec* 239 *figures en noir et en couleurs. Masson et Cie, éditeurs. Paris,* 1904.

Bien que la destination précise de cet ouvrage ne soit pas indiquée dans la préface, et qu'il s'adresse au public médical en général, il s'agit sans nul doute d'un traité didactique, dont la publication, aussi utile aux étudiants qu'aux médecins, était d'ailleurs très désirable. Il est néanmoins souvent dangereux, pour le lecteur et parfois pour l'auteur lui-même, qu'un traité didactique présente, comme celui-ci, un caractère très personnel, c'est-à-dire soit tout entier orienté autour d'un point de vue personnel et, par conséquent, discutable. Un tel ouvrage, ne rendant compte de l'état actuel d'une science qu'au travers de l'interprétation de l'auteur, risque de donner au lecteur une idée imparfaite et même inexacte de la situation et de la valeur réelles des faits scientifiques. L'auteur, s'il court la chance de voir ses idées répandues à beaucoup plus d'exemplaires dans un traité que dans un simple mémoire, peut craindre aussi de donner à des conceptions inexactes un retentissement trop grand. Aussi croyons-nous que c'est, pour l'auteur d'un livre didactique, agir sagement que de restreindre les manifestations de sa personnalité, en se permettant seulement le groupement original des documents scientifiques, et en s'interdisant absolument de les faire servir à la défense d'une idée générale personnelle.

Voici quel est le processus idéologique de l'auteur. Dès la préface, il annonce qu'il lui « a été impossible de constater la réalité de beaucoup de phénomènes considérés comme des plus essentiels, parce qu'ils servent de base aux idées qui ont généralement cours ». Parmi ces phénomènes, celui que l'auteur a surtout en vue, pour en contester l'existence légitime, c'est la division indirecte des cellules ou karyokinèse, qui fait l'objet du premier article du livre. Non pas que ce mode « nouveau » de division des cellules puisse être nié dans certaines conditions, car M. Tripier a pu le constater sur des préparations de MM. Guignard, Vialleton, Caullery. Mais il s'agissait dans ces cas de tissus jeunes, et jamais, dit-il, « rien de semblable ne nous paraît avoir été observé dans l'organisme animal ou végétal après son entier développement et notamment dans les productions pathologiques... En nous plaçant dans les meilleures conditions d'observation, nous n'avons jamais vu sur les tissus sains d'un animal ou de l'homme rien qui ressemble à ces phénomènes »; ce qui pourrait, croit-il, tenir à la rapidité avec laquelle ils doivent s'opérer. Tout ce qu'il a été donné à l'auteur de constater, dans certaines tumeurs, ce sont des pseudo-karyokinèses, qui n'ont qu'une vague ressemblance extérieure avec les karyokinèses vraies. Il se peut, d'ailleurs, que l'auteur ait trop exigé des karyokinèses, car il dit quelque part : « En supposant que le phénomène de la division des cellules dans ces conditions passe inaperçu, on devrait, au moins, trouver, à côté des cellules considérées comme cellules-mères, les cellules-filles provenant de leur division ». Et plus loin : « il est impossible de supposer que les cellules se divisent indéfiniment, parce qu'elles vivraient de même ». Chacun sait, cependant, que, dans les familles cellulaires, les cellules-mères disparaissent en produisant des cellules-filles.

La négation de la karyokinèse dans les tissus normaux et pathologiques de l'animal et de l'homme adultes conduit ensuite l'auteur à chercher ailleurs que dans la division cellulaire l'origine des éléments qui constituent les productions inflammatoires et néoplasiques. Une série d'articles consacrés aux « phénomènes de nutrition et de rénovation des cellules dans l'organisme constitué », au « rôle des organes lymphoïdes », et à « quelques considérations sur le tissu conjonctif et le rôle qu'on peut lui attribuer » font pressentir à quelle source l'auteur ira prendre les éléments nouveaux qui entrent dans la constitution des productions inflammatoires et des tumeurs. C'est dans le sang, c'est dans le tissu conjonctif qu'est l'origine de ces éléments néoformés. Déjà, à l'état normal, la régénération de cellules spécialisées des tissus aux dépens des jeunes cellules conjonctives est prouvée par les travaux de Sabatier et de de Rouville. A l'état pathologique, les éléments diapédésés du sang et les cellules conjonctives entrent en scène pour produire les cellules inflammatoires et néoplasiques. Il est, d'ailleurs, difficile de trouver ce ressouvenir des théories de Cohnheim exprimé dans ce livre, aux nombreux endroits où la théorie revient sous les yeux du lecteur, autrement que par des formules flottantes sur lesquelles l'esprit ne peut se reposer.

On chercherait en vain, pour chacune des deux grandes catégories de lésions, pour les lésions inflammatoires aussi bien que pour les tumeurs, une caractéristique ferme. Les tumeurs, par exemple, sont caractérisées en trois endroits de trois façons différentes; il s'agit, du reste, de définitions pathogéniques, portant sur l'origine et non sur la nature des éléments des néoplasmes.

On lit (p. 712) : « On doit considérer les tumeurs de chaque tissu comme lui appartenant spécialement et comme formées par ses éléments dits conjonctifs, qui sont produits ordinairement en quantité excessive et qui ont subi une déviation plus ou moins prononcée dans leur développement ultérieur ». Voici (p. 741) une autre formule : « Il y a donc toutes probabilités pour que les divers éléments constituants des tumeurs, comme ceux des productions inflammatoires et des tissus normaux, proviennent du sang, qui, très rationnellement, en fournissant aux tissus leurs matériaux de nutrition, leur procure également les éléments nécessaires à la rénovation des cellules, etc. ». Et ailleurs (p. 767) : « Dans tous les tissus, les tumeurs prennent naissance, non par la multiplication des éléments propres plus ou moins perfectionnés, ni même par leur modification. Elles débutent toujours par des formations anormales aux dépens des jeunes cellules qui étaient destinées aux formations normales et qui offrent des déviations en rapport avec l'intensité de leur production et le degré des modifications de structure du tissu ». M. Tripier condamne comme insuffisantes les diverses définitions que les auteurs ont données des tumeurs; mais la lecture des nom-

breuses pages qu'il consacre à ces productions ne suffit pas davantage à en donner une idée concrète. On est encore plus désorienté, si l'on cherhce à accorder ce qu'on entrevoit de cette conception des tumeurs avec cette thèse plusieurs fois nettement exprimée, et d'ailleurs très exacte, que l'état pathologique peut différer de l'état normal d'une manière à peine sensible; il semble, en effet, que l'arrivée d'éléments étrangers dans un point, qui devient par ce fait production pathologique, établit, au contraire, une différence radicale entre les deux conditions, normale et pathologique.

En résumé, l'idée directrice de cet ouvrage s'est développée suivant ce schéma : La division cellulaire n'existe pas dans les tissus adultes sains et pathologiques, puisque l'auteur n'a pas réussi à l'y constater. Donc les éléments des productions pathologiques ne proviennent pas des cellules des tissus. C'est par conséquent dans les éléments du sang et du tissu conjonctif qu'il faut chercher la source des cellules néoformées dans les inflammations et les tumeurs.

Ce raisonnement n'est pas pour satisfaire les histologistes, qui, ne pouvant accepter la prémisse, se verront obligés de rejeter la suite et la fin. Ils préféreraient de beaucoup, demeurant sur le terrain des faits observés, se convaincre de l'origine sangui-conjonctive des éléments néoformés; mais ils en chercheraient vainement quelque part, dans les chapitres généraux de ce livre, la démonstration illustrée. Car, si l'auteur nie ce qu'il n'a pas réussi à voir, savoir la division cellulaire dans les éléments adultes, il avance ce qu'il ne peut montrer, c'est-à-dire la provenance sanguine et conjonctive des cellules inflammatoires et néoplasiques.

Le moins grave des reproches d'ordre général qu'il faille adresser à l'auteur est le ton dont il rejette certaines vues spéculatives, depuis la pathologie cellulaire de Virchow jusqu'à la théorie biomécanique de Delage : explication, dit-il de celle-ci, semblable « à celle qui attribue à la propriété dormitive le pouvoir que possède l'opium de faire dormir ». C'est bien là une de ces critiques un peu vives dont l'auteur s'excuse par avance dans sa préface, et la théorie de Delage valait mieux que cette réfutation. La théorie de Virchow sur l'inflammation par irritabilité cellulaire produisant l'hyperplasie des cellules, celle de Metchnikoff sur la phagocytose, et d'autres sont écartées rudement aussi.

Si la forme extérieure du livre, abondamment et convenablement illustré, plaît à l'œil, l'esprit se fatigue trop à la lecture de cet ouvrage, rendue très difficile par l'impropriété et l'imprécision fréquentes de l'expression, par l'enchevêtrement des mots dans la phrase, et celui des phrases dans l'idée qu'elles expriment.

L'insuffisance absolue de la documentation est déjà regrettable. Mais ce qu'il faut plus regretter encore, c'est l'ignorance ou la négation obstinée de nombreux faits, cependant classiquement reconnus. Les mitoses pathologiques existent, avec des caractères particuliers fixés par les auteurs, qui distinguent des mitoses asymétriques, multipolaires, hyper- et hypochromatiques, etc. La division des cellules de la couche germinative dans l'épiderme, ici réduite à l'état d'hypothèse inadmissible, est, même pour l'étudiant, une réalité d'observation.

L'imprécision du langage biologique fait supposer l'imprécision, beaucoup plus grave, des notions biologiques fondamentales. Celle-ci se traduit, à chaque pas, soit par des confusions de termes qui désignent des choses distinctes, soit par des distinctions vaines de choses qu'on doit confondre, ou encore par des expressions et des définitions très répréhensibles. Ainsi sont confondus : les tissus et les organes, la propriété et la fonction; sont, par contre, distingués : les cellules et les tissus, la pathologie cellulaire et la pathologie tissulaire. Les tissus sont définis en plusieurs endroits comme formés de parties différentes; les éléments spécialisés et les éléments conjonctifs, les liquides nutritifs, les vaisseaux sanguins et lymphatiques sont ce qui contribue à constituer un tissu. On comprend, avec une semblable conception du tissu, que la pathologie tissulaire paraisse tout autre chose que la pathologie cellulaire; on comprend aussi que le tissu conjonctif ne puisse pas être le tissu accessoire qu'admet Bard, puisqu'il est ici considéré comme faisant essentiellement partie de tout tissu. Qu'est-ce, pourra-t-on aussi se demander, que la « pathologie biologique », sinon la pathologie elle-même; qu'est-ce que l'association entre l'organe, la fonction et la nutrition, « triade en combinaison intime à l'état dynamique »; qu'est-ce que la surcharge adipeuse qui n'est pas une surcharge graisseuse, etc. ?

La forme du raisonnement lui-même n'est pas à l'abri de toute critique, comme suffit à le montrer la citation, entre autres passages, de celui qui est relatif aux rhabdomyomes en général (p. 754): « Il y a incontestablement des tumeurs qui ont leur origine dans les muscles striés, c'est-à-dire qui sont de même nature, sans en avoir la structure. » Les auteurs ont admis, il est vrai, que ce sont là « des tumeurs du tissu conjonctif, c'est-à-dire des fibromes, des myxomes, des sarcomes, développés aux dépens des éléments de la substance intermédiaire aux faisceaux musculaires ». « Mais alors il n'y aurait plus de tumeurs de ces muscles, alors que cliniquement on en rencontre encore assez souvent. » Et alors l'anatomo-pathologiste dirait au clinicien : « Vous avez diagnostiqué dans un *organe* appelé muscle, dans le muscle biceps, une tumeur que j'attribue à un *tissu*, le tissu conjonctif, qui fait partie de la constitution de cet organe; vos tumeurs ne sont pas les miennes, et nous parlons un langage différent. » M. Tripier ne s'est pas aperçu qu'il avait parlé tour à tour un autre langage.

Enfin, voici le reproche capital qu'il faut adresser à ce livre considéré dans son ensemble. M. Tripier a voulu faire de l'Anatomie pathologique générale avec les ressources de l'Anatomie pathologique spéciale, macroscopique et faiblement microscopique, sans se douter que l'Anatomie pathologique générale devait être une science cellulaire et que, sous cette forme, elle avait déjà conquis droit de cité dans l'ensemble des connaissances humaines. Ces ressources étaient nécessairement très grandes entre les mains d'un anatomo-pathologiste de carrière, ayant de l'anatomie pathologique une longue et solide expérience; et l'on se rend bien compte de cette opulence de faits personnels spéciaux, en parcourant les pages de cet ouvrage consacrées à l'étude des diverses lésions prises pour exemples et les excellentes figures qui les illustrent. Mais la moindre karyokinèse, constatée dans les tissus normaux ou pathologiques de l'adulte, aurait bien mieux fait l'affaire; après cette constatation, plus aisée à faire qu'il ne le croit, l'auteur eût été moins sévère à l'égard de la Pathologie cellulaire, qu'il traite de théorique, ce qui est peu flatteur pour les légions de chercheurs qui ont cru s'en occuper pratiquement. D'ailleurs, si bonnes que soient les descriptions spéciales qu'on trouve dans ce livre, elles portent toutes, comme une tache originelle commune, la désobéissance à la loi générale de la division cellulaire.

En terminant, je dois à mon tour m'excuser des critiques que j'ai dû faire, et qui pourront paraître sévères. Si le lecteur compétent les trouve justes, je ne regretterai pas ma sévérité; elle était un devoir. L'étudiant ou médecin praticien, lecteur incompétent d'un ouvrage didactique tel que celui-ci, signé d'une personnalité universitaire en vue, aurait trop facilement suivi l'auteur dans la voie où celui-ci ne devait que s'engager personnellement.

A. Prenant,
Professeur à la Faculté de Médecine de l'Université de Nancy.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 17 Octobre 1904.

1° Sciences mathématiques. — M. J. **Guillaume** présente ses observations du Soleil, faites à l'Observatoire de Lyon pendant le deuxième trimestre de 1904. Le nombre des groupes de taches et leur surface totale ont légèrement augmenté; le nombre des groupes de facules est le même, avec un léger accroissement de surface. — M. G. **Millochau** présente un nouveau système de micromètre, basé sur les principes de l'héliomètre, et donnant deux images de l'astre observé, par l'interposition, entre l'objectif et l'oculaire, de lames de verre à faces parallèles.

2° Sciences physiques. — MM. H. **Deslandres** et A. **Kannapell** ont étudié le troisième groupe de bandes de l'air avec une forte dispersion. Il se compose de quatre séries de raies doubles. — M. L. **Bard** émet l'hypothèse que les oscillations vibratoires des molécules aériennes autour de leur position initiale d'équilibre se font de telle sorte, dans chacune d'elles, que la demi-amplitude centrifuge, par rapport à la source sonore, est légèrement supérieure à la demi-amplitude centripète qui la suit immédiatement. — M. C. **Marie** a déterminé la constante ébullioscopique d'un mélange de solvants volatils, l'eau et l'alcool, pour un corps, la résorcine, soluble dans les deux. Les résultats obtenus ne cadrent pas avec ceux qu'on tire de la formule proposée par Nernst. — MM. V. **Auger** et M. **Billy** ont fait réagir les solutions organomagnésiennes sur les dérivés halogénés du phosphore, de l'arsenic et de l'antimoine. Il se forme de l'oxyde de triméthylphosphine et les acides diméthyl et monométhyl-phosphiniques. — MM. R. **Fosse** et P. **Bertrand** ont préparé un persulfate de dinaphtopyryle

$$CH\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^{6}\\ \text{———}\\ C^{10}H^{6}\end{matrix}\right\rangle O.O.SO^{2}OH,$$

doué de propriétés oxydantes. — M. J. **Schmidlin** poursuit ses recherches sur la constitution des sels des rosanilines et le mécanisme de leur formation. — M. M. **Godchot** a obtenu, par la méthode d'hydrogénation de MM. Sabatier et Senderens, un tétrahydrure d'anthracène, $C^{14}H^{14}$, F.89°, et un octohydrure, $C^{14}H^{18}$, F.71°. — M. Ed. **Urbain** montre que la production de CO^2 par la graine en germination est attribuable à l'hydrolyse profonde des matières albuminoïdes, qui précède l'action lipolytique. — MM. Eug. **Charabot** et A. **Hébert** ont constaté, chez les plantes à essences, que c'est la feuille qui renferme la plus forte proportion de matières solubles, tant organiques que minérales. Au contraire, la proportion de ces matières est minima dans la racine.

3° Sciences naturelles. — M. G. **Bohn** a vu se reproduire au laboratoire pendant plusieurs mois les phénomènes de périodicité vitale qu'on observe chez les animaux soumis aux oscillations du niveau des hautes mers. — M. P. **Abric** a constaté que les nématocystes des Eolidiens subissent, dans les cellules agglutinantes des nématoblastes, des variations dans le temps. — MM. E. **Brumpt** et C. **Lebailly** ont trouvé, chez les Téléostéens marins, un certain nombre d'espèces nouvelles de Trypanosomes et d'Hémogrégarines parasites. — M. J. **Pavillard** signale l'existence d'auxospores chez deux Diatomées pélagiques des genres *Rhizoselenia* et *Hemiaulus*. — M. P. **Termier** montre que la région de l'Ortler est, en réalité, un paquet de plis couchés superposés, formant une série isoclinale à plongement nord. — M. G. **Friedel** décrit un quatrième groupe de macles, les macles par pseudo-mériédrie réticulaire.

Séance du 24 Octobre 1904.

1° Sciences mathématiques. — M. L. **Leau** démontre le théorème suivant : Si une fonction $f(z)$ de genre k et d'ordre ρ non entier admet pour racines les termes d'une suite à croissance et orientation simples, on peut tracer, pour n assez grand, une infinité de cercles dont le centre soit à l'origine et qui comprennent les n premières, de manière qu'à l'intérieur de chacun d'eux le nombre des racines de $f'(z)$ soit égal à $n+k-1$. — M. S. **Bernstein** indique un cas où sa méthode de réduction du problème de Dirichlet à un simple prolongement analytique s'applique à une équation aux dérivées partielles de second ordre.

2° Sciences physiques. — M. J. **Violle** signale un procédé de photographie stéréoscopique sans stéréoscope dû à M. Ives. Il consiste à photographier dans une chambre noire à deux objectifs derrière un gril disposé convenablement et à regarder la photographie à travers le même gril. — M. C. **Tissot** a déterminé la période d'antennes de différentes formes en excitant un résonnateur fermé et faisant varier les constantes de ce résonnateur de façon à le mettre en résonance avec le système étudié. — M. P. **Lemoult** a calculé, par ses formules, les chaleurs de combustion de 35 corps, déterminées expérimentalement par MM. Fischer et Wrede. Les résultats concordent bien. — M. H. **Herrenschmidt** décrit le mode d'extraction du vanadium du vanadate de plomb naturel, par fusion avec du carbonate de soude et du charbon. Il a aussi préparé quelques alliages avec le fer et le nickel. — M. P. **Carré**, en déshydratant la dulcite par l'acide phosphorique, a obtenu un isomère du mannide, le dulcide; les éthers phosphoriques de ces deux composés ont sensiblement les mêmes propriétés. — M. V. **Auger** a préparé de nouveaux dérivés organiques du phosphore par action des iodures d'alkyle sur une solution de phosphore blanc dans la soude alcoolique froide. — MM. R. **Lépine** et **Boulud** ont étudié les modifications de la glycolyse dans les capillaires, causées par des variations de la température locale. — MM. Ed. **Urbain**, L. **Perruchon** et J. **Lançon** ont constaté que les produits de dédoublement des matières albuminoïdes des graines ont une grande influence sur la saponification des huiles par le cytoplasma. — M. C. **Gessard** a trouvé la tyrosinase à tous les stades du développement de la Mouche dorée; c'est à elle qu'est due la coloration des téguments.

3° Sciences naturelles. — M. L. **Brasil** a découvert une Coccidie parasite nouvelle dans le corps cardiaque d'un Cirratulien, l'*Audouinia tentaculata*. — M. G. **Bohn** explique les oscillations des trajectoires des Littorines en faisant intervenir l'action variable de la lumière sur un protoplasma plus ou moins hydraté. — M. L. **Launoy** a reconnu qu'au point de vue de leur réceptivité au chlorhydrate d'amyléine $\alpha\beta$ les animaux se placent dans l'ordre décroissant suivant : chien, lapin, souris, cobaye, poulet, pigeon. *In vitro*, ce corps possède un pouvoir globulicide pour les globules de lapin; il n'a pas d'action hémolytique *in vivo*. — M. P. **Termier** montre que l'existence de la *fenêtre* de la Basse-Engadine est une preuve de la structure en « paquets de nappes » du Tyrol septentrional. — M. J. **Thoulet** annonce que, dans la dernière croisière du Prince de Monaco, les bancs Henderson et Chaucer, au nord des

Açores, n'ont pas été retrouvés. Sur leur emplacement présumé, on a trouvé des fonds de 2.180 à 2.750 mètres et l'auteur a analysé les échantillons de sols recueillis.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 18 Octobre 1904.

M. R. **Blanchard** présente un Rapport sur un travail de M. J. **Guiart** relatif au rôle du Trichocéphale dans l'étiologie de la fièvre typhoïde. L'auteur a trouvé de nombreux Trichocéphales dans l'intestin des typhiques et, pour lui, ces vers, qui pénètrent profondément dans la muqueuse intestinale, peuvent servir d'agents d'inoculation du bacille. — M. **P. Reclus** présente le Rapport sur le concours pour le prix Campbell-Dupierris. — MM. **A. Poncet** et **R. Leriche** signalent un certain nombre de cas d'ankyloses osseuses dont l'origine est de nature tuberculeuse; il y a donc lieu d'admettre l'existence d'un rhumatisme tuberculeux ankylosant. — M. **Villar** lit une Note sur un cas de prolapsus de la muqueuse de la vessie à travers l'urètre chez une femme.

Séance du 25 Octobre 1904.

M. le Vice-président annonce le décès de M. **Tillaux**, président de l'Académie.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 22 Octobre 1904.

M. **Ch. Féré** a constaté que l'orientation a une assez grande influence sur le travail et la fatigue. — MM. **A. Laveran** et **F. Mesnil** ont observé plusieurs cas d'infection naturelle des rats blancs par le *Trypanosoma Lewisi*. — M. **A. Laveran** a reconnu que les Trypanoplasmes du rotengle et du vairon appartiennent à une seule et même espèce; on trouve également, chez le vairon, un Trypanosome qui paraît identique à celui de la carpe. — M. **L. Marchand** a étudié, par la méthode de Ramon y Cajal, les lésions des neurofibrilles des cellules pyramidales dans quelques maladies mentales. — M. **Baylac** confirme la non toxicité des liquides d'œdème signalée par M. Boy-Teissier. — M. **L. Uriarte** a constaté que le bacille pesteux possède un fort pouvoir hémolytique; la séroagglutination est tardive et inconstante. Les puces que l'on trouve sur les rats pesteux ont l'intestin rempli de bacilles. — M. **E. Maurel** a reconnu que l'eau ajoutée à celle qui correspond à la ration normale d'entretien n'augmente pas le poids de l'animal; elle n'a donc, par elle-même, aucune valeur alimentaire. — M. **J. Arrous**, à propos des expériences de MM. Lamy et Mayer, rappelle ses conclusions antérieures : le pouvoir diurétique des sucres est en raison inverse de leur poids moléculaire. — M. **F. Dévé** montre que la prophylaxie échinococcique doit consister à empêcher les chiens et les chats de s'infecter par l'ingestion de viscères échinococciques, en détruisant ceux-ci dans les abattoirs. — Le même auteur a constaté que le chat domestique peut éventuellement devenir l'hôte du tœnia échinococcique. — M. **F. Battelli** et Mlle **E. Haliff** ont observé que la richesse en catalase des différents tissus d'un animal est très variable chez toutes les espèces; mais elle est remarquablement constante pour un même tissu chez la même espèce. — M. **P. Abric** estime que les mouvements ciliaires sont continus, perpétuels, et à rapprocher des mouvements browniens. — Le même auteur expose ses idées sur la variation, la sexualité, le déterminisme du sexe et la fécondation. — M. **Remlinger** a reconnu que la pilocarpine et la salivation ou la sudation qu'elle provoque n'exercent aucune action atténuante dans le traitement de la rage ou des maladies infectieuses. — M. **P. Carnot** a observé que les greffes de la muqueuse stomacale donnent naissance, comme les greffes vésicales, à des cavités kystiques ou polykystiques de volume variable, qui sont probablement dues au fait qu'un revêtement muqueux reste toujours une surface libre, incapable d'adhérer aux parties voisines. — MM. **A. Courcoux** et **L. Ribadeau-Dumas** montrent que l'anémie infantile pseudo-leucémique est provoquée par des causes diverses; ce n'est qu'un des éléments du groupe de la splénomégalie chronique avec myélémie. — M. **L. Ribadeau-Dumas** a observé, dans un cas d'anémie infantile pseudo-leucémique compliquée de broncho-pneumonie, une modification de la formule hémoleucocytaire avec exagération de la réaction myéloïde du sang. — M. **A. Tchitchkine** a constaté que l'administration, par la bouche, de streptocoques aux lapins cause la mort de ces derniers avec les symptômes typiques de la septicémie streptococcique. — MM. **F. Widal** et **G. Froin** ont observé une grande augmentation de l'urée dans le liquide céphalo-rachidien de la plupart des brightiques. — M. **C. Gessard** signale deux phénomènes de coloration dus à la tyrosinase : dans les peaux de grenouilles et dans les larves de *Lucilia Caesar*. — M. **Dubuisson** a étudié la résorption du vitellus dans le développement de l'œuf de vipère. — M. **Bazy** a constaté que les branches de l'artère rénale peuvent avoir le caractère terminal, au moins chez le chien. — M. **H. Vaquez** a observé, au moyen de tracés sphygmographiques, que l'administration de nitrite d'amyle provoque dès l'abord un abaissement de pression, avec accélération des pulsations. — M. **Triolo** décrit une nouvelle méthode d'examen microscopique du sang, basée sur l'emploi d'huile de vaseline pour sa conservation. — M. **Ch. Bisanti** a reconnu qu'il est possible de conférer l'immunité contre la pasteurellose aviaire à des animaux très sensibles au moyen des cultures *in vivo* en sacs de collodion, placés dans le péritoine plutôt que sous la peau. — M. **Ch. Nicolle** signale l'existence de la fièvre de Malte à Tunis; il l'a caractérisée par isolement sur le vivant du *M. melitensis* au moyen d'une ponction de la rate. — M. **G. Bohn** a étudié les mouvements de manège présentés par certains organismes marins en rapport avec les mouvements de la marée. — M. **J. Dagonet** a constaté que les neuro-fibrilles persistent dans la paralysie générale et présentent les mêmes caractères qu'à l'état normal. MM. **F. Widal** et **A. Javal** ont remarqué qu'une même quantité d'albumine ingérée par un brightique, quelle qu'en soit la provenance, qu'elle provienne du lait ou de la viande, détermine un degré de rétention uréique à peu près identique. L'accumulation de l'urée cesse à partir du moment où la pression du sang en urée est suffisante pour triompher de l'obstacle rénal. Les chlorures, au contraire, s'accumulent d'une façon continue.

Séance du 29 Octobre 1904.

M. **Triolo** a fait l'examen du sang *in vitro* par la méthode à l'huile de vaseline. Il a toujours vu le globule sous forme de corps arrondi, jamais sous forme de disque biconcave. — M. **P. Remlinger** a constaté que la salive recueillie chez les animaux enragés après injection de pilocarpine n'est pas virulente. D'autre part, le mélange de virus fixe et de sérum antirabique, à la dose de 60 centimètres cubes, est encore capable de préserver le mouton trois jours après l'injection intra-oculaire. — M. **P. Salmon** a reconnu que le pus syphilitique perd rapidement sa virulence et devient stérile au bout de six heures. — MM. **Rehns** et **P. Salmon** ont obtenu la guérison constante des tumeurs épithéliales bénignes par le rayonnement du radium. — M. **G. Bohn** explique les mouvements des Littorines par un inégal éclairement des deux yeux, par un effet tonique de la lumière asymétrique. — M. **Manea** a employé les sacs de collodion pour filtrer sous pression les bouillons de culture; les parois de ces sacs retiennent énergiquement la toxine tétanique; par contre, elles laissent passer la toxine diphtérique. — M. **F. Ramond** montre que le foie seul est capable de dédoubler les graisses injectées par la veine porte, mais que cette action est grandement favorisée par l'apport des sécré-

tions internes du pancréas. — M. C. **Gessard** a constaté que la coloration de la mouche dorée est due à l'association d'une couleur de structure et d'une couleur pigmentaire. — M. H. **Dubuisson** a étudié la résorption du vitellus dans le développement de l'œuf de poulet. — M. E. **Maurel** a reconnu que la privation d'eau, un jour sur deux, fait baisser le poids de l'animal d'une manière marquée; elle diminue la quantité d'aliments ingérés. — MM. A. **Gilbert** et J. **Jomier** ont réussi à colorer par l'acide osmique les granulations graisseuses du sérum opalescent. — M. E. **Laguesse** a constaté que les lamelles du tissu conjonctif lâche sous-cutané chez le chat paraissent simplement dues à l'extension, au fusionnement et à la régularisation des larges expansions exoplasmiques différenciées par les cellules du mésenchyme primitif. — M. P. **Nobécourt** a observé que le sulfate de strychnine en solution dans l'eau distillée est environ sept fois moins toxique par la voie gastrique et trois fois moins toxique par la voie intestinale que par la voie sous-cutanée chez le lapin. La strychnine est encore moins toxique si elle est introduite en solution dans NaCl à 10 °/₀. — MM. A. **Desgrez** et J. **Ayrignac** ont reconnu que l'adiposité s'accroît notablement chez les malades atteints de dermatoses.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE SYDNEY

Séance du 10 Août 1904.

M. R. G. **Smith** poursuit ses recherches sur l'origine bactérienne des gommes végétales. Il a d'abord recherché quel est le meilleur milieu de culture pour la production de la matière gommeuse au laboratoire au moyen des bactéries qu'il a isolées : *B. acaciæ* et *B. metarabinum*. Ce milieu doit contenir : lévulose, 2; glycérine, 1; asparagine, 0,1; tanin, 0,1; citrate de potasse, 0,1; agar, 2; eau, 100. Des expériences d'infection sur le pêcher avec le *B. acaciæ* ont conduit à la formation de gomme, mais cette gomme était de la métarabine; l'auteur a reconnu que la plante-hôte a le pouvoir de modifier le *B. acaciæ* et de le transformer en *B. metarabinum*. L'auteur a trouvé d'autres bactéries productrices de gomme, en particulier une dans les tissus de la canne à sucre, qui donne sur le milieu précité une gomme qui est un galactane.

ACADÉMIE ROYALE DES LINCEI

Communications parvenues à l'Académie pendant les mois de Septembre et Octobre 1904.

1° Sciences mathématiques. — M. L. **Bianchi** : Sur les équations de Moutard avec groupes de solutions quadratiques. — M. E. **Pascal** expose de nouvelles considérations sur les équations différentielles qui sont satisfaites par les résultantes et les discriminants de formes binaires. — M. F. **Severi** s'occupe des surfaces algébriques qui possèdent des intégraux de la seconde espèce. — M. G. **Fubini** poursuit ses recherches sur quelques théorèmes généraux sur des groupes de projectivité, qui renferment comme cas particuliers les théorèmes connus jusqu'ici. — M. C. A. **Dell'Agnola** : Sur la distribution des racines de la dérivée d'une fonction rationnelle entière.

2° Sciences physiques. — M. A. **Righi** donne la description d'un électroscope très sensible, qui peut servir à comparer la radio-activité de diverses substances et à exécuter des mesures. Une feuille d'or accomplit des mouvements oscillatoires, dans un temps donné, qui dépendent de l'intensité de l'excitation; l'on peut considérer cette intensité comme inversement proportionnelle à la durée de chaque oscillation. M. Righi ajoute quelques considérations sur les phénomènes étudiés à l'aide de son électroscope, et remarque qu'il n'est pas toujours admissible de ne pas tenir compte de la position des corps électrisés par rapport au sens et à la direction des rayons ionisants. — Les expériences de M. Maskelyne ont prouvé que la luminosité produite dans l'émeraude, dans la calamine et dans le zircon par les rayons cathodiques se montre polarisée, c'est-à-dire qu'elle est excitée par la lumière dont les vibrations marchent parallèlement à l'axe du maximum d'élasticité optique d'un cristal. M. A. **Pochettino** a repris ces expériences avec un plus grand nombre de cristaux de divers systèmes, et il décrit les colorations présentées par ces cristaux, la persistance de ces colorations, les phénomènes de polarisation, et les effets qu'une anisotropie artificielle, provoquée dans un corps amorphe, produit sur la polarisation de sa luminosité cathodique. — M. F. **Eredia** apporte une contribution nouvelle à l'étude des variations de la température avec l'altitude. Il a mesuré ces variations entre Rocca di Papa (760 mètres) et Monte-Cavo (956 mètres), près de Rome; ces mesures montrent que la décroissance thermique, même pour de petites différences de hauteur à une grande élévation, correspond à 0°,55 pour 100 mètres, nombre déjà donné par M. Lugli pour les versants central et méridional des Apennins. — M. G. **Pellini** annonce qu'il a perfectionné sa méthode d'analyse électrolytique du tellure, à l'aide de la cathode tournante et d'un bain spécial. En suivant les indications de M. Pellini, on parvient à obtenir une quantité de tellure supérieure à un gramme, qui se prête non seulement à l'analyse, mais encore à la purification du métal. — MM. G. **Pellini** et M. **Vaccari** entretiennent l'Académie de quelques recherches faites pour commencer une étude de comparaison entre les actions chimiques produites par les rayons lumineux et par les autres espèces de rayons connus, et les actions dues aux radiations complexes émises par le radium. Les auteurs arrivent à la conclusion que, en général, le radium donne lieu aux réactions qui sont provoquées fortement par les rayons ultra-violets et Röntgen, comme il arrive pour les phénomènes de phosphorescence. Une propriété remarquable du radium est celle de favoriser les oxydations, comme le prouve la coloration du verre, la formation du brome dans les bromures, etc. — MM. J. **Bellucci** et N. **Parravano**, après avoir étudié la constitution de l'acide chlorostannique en relation avec l'acide chloroplatinique, décrivent les expériences exécutées pour établir la constitution des stannates, dont celui de sodium est largement employé en teinturerie; ces expériences et les déductions que l'on peut en tirer conduisent à considérer les stannates selon la formule $Sn(OH)^6X^2$, au lieu de la formule $SnO^3X^2, 3H^2O$. — M. C. **Ulpiani** a continué ses travaux de synthèse des nitro-éthers; il décrit la préparation de l'éther α-nitrobutyrique, en partant de l'éther éthyl-malonique, recourant à la nitration directe, et enfin à la décarboxylisation avec l'alcoolate sodique. — MM. C. **Ulpiani** et L. **Bernardini** s'occupent des produits que l'on obtient par l'action de l'acide nitrique sur l'éther acétone-dicarbonique. — M. E. **Mameli** qui, dans des notes précédentes, avait cherché à définir exactement l'action de l'iodure de magnésiométhyle sur le pipéronal, et à en préparer plusieurs composés, annonce qu'il a réussi à faire la synthèse de l'isosafrol et de l'alcool éthylpipéronylique, et donne la description de cette synthèse.

3° Sciences naturelles. — M. B. **Grassi** et Mlle A. **Foà** transmettent à l'Académie une note préliminaire sur la reproduction des Flagellés; ils ont suivi le processus de division du genre *Joenia* et des formes analogues; tandis que M. Grassi s'est occupé particulièrement de la figure achromatique, Mlle Foà a étudié la structure des formes définitives et la forme chromatique. La communication est accompagnée par de nombreuses figures. — M. G. **Rossi** continue la relation de ses recherches sur la mécanique de l'appareil digestif du poulet, et s'occupe des fonctions

motrices de l'estomac, dont il étudie l'anatomie, donnant des détails sur les dispositions qu'il a adoptées pour ses observations. — M. **G. Dainelli** a fait un examen détaillé d'une collection de fossiles recueillis par M. De Stefani et par lui en Dalmatie, dans la localité nommée Ostrovica-bara; M. Dainelli donne la note des espèces observées, qui conduit à admettre que cette faune dalmatique a vécu dans la mer près d'une côte appartenant à la partie supérieure de l'Eocène moyen. ERNESTO MANCINI.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 6 Octobre 1904.

M. **Ed. Suess** est réélu président de l'Académie pour trois ans. Sont élus : membre titulaire, M. **L. Boltzmann**; correspondants nationaux, MM. **H. Chiari, O. Tumlirz, Niessl von Meyendorf, F. von Höhnel** et **Beck von Managetta**; correspondants étrangers, MM. **S. Newcomb, W. Pfeffer, H. Moissan, K. Rosenbusch, W. Ostwald** et **O. Bütschli.**

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **A. Schönfliess** : Sur la stabilité et l'instabilité des fonctions d'une variable réelle. — M. **L. Klug** : Construction des contours perspectifs et des sections planes des surfaces de second ordre. — M. **E. Waelsch** : Sur les développements en série des formes plusieurs fois binaires.

2° SCIENCES NATURELLES. — M. **Q. Antipa** a reconnu que les côtes roumaines de la Mer Noire et les bouches du Danube sont visitées régulièrement chaque année par six espèces de Harengs. Trois sont connues : *Clupea pontica, Cl. delicatula* et *Cl. cultriventris*. Les trois autres sont nouvelles : *Alosa Nordmanni, Cl. sulinæ* et *Sardina dobrogica*.

Séance du 13 Octobre 1904.

1° SCIENCES PHYSIQUES. — M. **A. Lieben** s'est demandé si les pinacones qui ne renferment pas un groupe méthyle, mais d'autres alkyles liés au groupe C.OH, sont capables de donner des pinacolines, c'est-à-dire si les alkyles supérieurs sont encore assez mobiles pour être échangés, comme H ou CH^3, contre un hydroxyle lié au C voisin. Les essais ont montré que ces pinacones sont incapables de donner des pinacolines. — M. **S. Kohn**, en faisant agir H^2SO^4 dilué sur la propiopinacoline, a obtenu un hydrocarbure $C^{10}H^{18}$, qui peut additionner 2 Br, et un oxyde $C^{10}H^{20}O$, donnant par oxydation un acide $C^9H^{16}O^3$ et de l'acide diéthylacétique.

2° SCIENCES NATURELLES. — M. **V. L. Neumayer** a constaté que la *Salamandra maculosa* possède une résistance naturelle contre les vibrions du choléra asiatique 50 à 60 fois plus grande que celle du cobaye. L'immunisation contre les vibrions ne se produit qu'à un faible degré. La phagocytose est très développée à la fois chez les animaux neufs et chez ceux qui ont subi un commencement d'immunisation. On n'a pas constaté de phagolyse au sens de Metchnikoff. — M. **H. Molisch** : Les bactéries lumineuses du port de Trieste.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

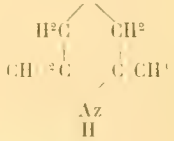
Séance du 24 Septembre 1904.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **J.-C. Kluyver** : *Evaluation de deux intégrales définies.* Les intégrales

$$f(x,m)=\int_0^\infty \frac{\cos xt}{(1+t^2)^m}dt \quad \text{et} \quad \varphi(x,m)=\int_0^\infty \frac{\sin xt}{(1+t^2)^m}dt$$

ont une signification déterminée, pour x réel, pourvu que la partie réelle du paramètre m soit positive. L'auteur développe ces intégrales en des séries de puissances rapidement convergentes. — M. **J. de Vries** : *Sur la congruence des coniques situées sur les surfaces cubiques d'un faisceau.* La surface (P) de l'ordre 111 contenant les coniques passant par un point donné P. La surface Δ de l'ordre 288 contenant les coniques s'appuyant sur une droite donnée l. Le lieu des paraboles de la congruence est de l'ordre 354, les plans de ces paraboles enveloppent une surface de la classe 138, etc. — M. P.-H. Schoute présente au nom de M. **W.-A. Versluys** : *Sur la relation entre le rayon de courbure* R *d'une courbe gauche en un point* P *et le rayon de courbure r en* P *de la section de la surface développable de cette courbe avec le plan osculateur au point* P. L'auteur démontre, d'abord pour la cubique gauche et ensuite pour une courbe quelconque, qu'on a la relation $R:r=3:4$. — Ensuite M. Schoute présente la thèse de M. **G.-A. Schönfeld** : « De gewrongen Kromme van den vierden graad in de ruimte met vier afmetingen » (La courbe gauche du quatrième ordre dans l'espace à quatre dimensions); puis, au nom de M. **A. Toxopens**, le Mémoire intitulé : « De aantallen kwadratische hyperruimten in de ruimte van vyf afmetingen » (Les nombres des hyperespaces quadratiques dans l'espace à cinq dimensions). Sont nommés rapporteurs MM. Schoute et J. Cardinaal. — MM. H.-G. et E.-F. van de Sande Bakhuyzen présentent au nom de M. **J. Weeder** : *Une nouvelle méthode d'interpolation avec compensation, appliquée à la réduction de la position et de la marche de l'horloge principale de l'Observatoire de Leyde, la pendule Hohwü 17, à l'aide des observations avec l'instrument de passage en 1903.* Ce mémoire fait suite à une communication antérieure (*Rev. génér. des Sc.*, t. XIII, p. 1211).

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. **H.-G. van de Sande Bakhuyzen** : Notice nécrologique sur C.-A. Lobry de Bruyn (1857-1904), depuis 1896 professeur de Chimie à l'Université d'Amsterdam. — M. **A. Holleman** : *Sur la nitration des benzènes disubstitués.* L'auteur se pose la question suivante : « On connaît les quantités relatives des isomères des matières C_6H_4XZ et C_6H_4YZ engendrées par la substitution de Z dans C_6H_5X et dans C_6H_5Y; est-il possible d'en déduire la structure et les quantités relatives des isomères C_6H_3XYZ, engendrées par la substitution de Z dans C_6H_4XY? » — Ensuite M. Holleman présente la thèse de M. **J. Reiding** : « Over de nitratie van *m* en *o*- dichloorbenzol » (Sur la nitration des méta- et ortho-dichlorobenzènes). — M. **A.-P.-N. Franchimont**, aussi au nom de M. **H. Friedman** : *La tétraméthylpipéridine αα'.* Il s'agit de la substance



— Ensuite M. Franchimont présente au nom de M. **P.-J. Montagne** : *Le déplacement d'atomes intramoléculaire chez les benzopinacones.* — Enfin M. Franchimont présente la thèse de M. **J. Moll van Charante** : *Het sulfonisoboterznur en eenige zyner derivaten.* — M. **H.-W. Bakhuis Roozeboom** présente la première partie du second volume de son traité : « Die heterogenen Gleichgewichte vom Standpunkte der Phasenlehre » (Les équilibres hétérogènes d'après le point de vue de la théorie des phases). P.-H. SCHOUTE.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette

15e ANNÉE N° 22 30 NOVEMBRE 1904

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Élection à l'Académie des Sciences de Paris. — Dans sa séance du 21 novembre, l'Académie a procédé à l'élection d'un membre dans sa Section de Mécanique en remplacement de feu Sarrau. Au premier tour de scrutin, M. P. Vieille a été élu par 44 voix sur 61 votants.

Le nouvel élu, entré à l'Ecole Polytechnique en 1873, en est sorti dans les Poudres et Salpêtres; il a successivement parcouru tous les échelons de la hiérarchie; devenu récemment inspecteur général, il est chargé, à ce titre, de la direction du Laboratoire central. Les travaux de M. Vieille l'ont fait nommer successivement répétiteur à l'Ecole Polytechnique, puis professeur de Physique lorsque la maladie obligea M. Potier à quitter sa chaire. Après une année de cours et un succès d'enseignement très vif, il résigna ses fonctions pour se consacrer à ses recherches de laboratoire. Les Conseils de l'Ecole, appréciant la haute valeur de M. Vieille, le rappelèrent quelque temps après comme examinateur de sortie.

Toute la carrière de M. Vieille a été consacrée à l'étude des explosifs et a été couronnée par la belle découverte de la poudre sans fumée. On sait que M. Vieille ne cherchait pas à faire disparaître la fumée, mais simplement à changer la combustion de l'ancienne poudre, de façon à augmenter la pression et surtout la durée d'action de la pression sur le projectile, pour augmenter la portée; il est ainsi arrivé par la théorie à trouver une poudre qui doublait la vitesse à la sortie de l'arme; le résultat était magnifique. Mais il s'est trouvé que cette poudre n'avait pas de fumée, et cela a changé la tactique de l'artillerie.

Les expériences prolongées et minutieuses de M. Vieille sur les crushers, c'est-à-dire sur ces petits cylindres de cuivre qui, par leur écrasement, indiquent la pression qu'ils ont subie, sont aujourd'hui devenues classiques. Grâce à ces appareils, il put étudier les pressions ondulatoires qui se produisent dans les bouches à feu, et les surpressions locales qui, dans certaines circonstances, peuvent prendre naissance; il fut ainsi amené à donner la théorie complète du fonctionnement balistique des explosifs, puis à examiner leur détonation et à prolonger expérimentalement les résultats indiqués par Riemann et par Hugoniot. Les résultats qu'il a obtenus au sujet de l'onde explosive, ainsi que sur la naissance ou la propagation des discontinuités, sont de premier ordre.

M. Vieille a donné, en outre, d'importants Mémoires sur les chaleurs spécifiques des gaz portés à de hautes températures, sur la résistance de l'air au mouvement des projectiles, sur les érosions que subissent les pièces d'artillerie; il a collaboré avec M. Berthelot dans de nombreuses recherches et, en particulier, dans des expériences prolongées sur l'acétylène. L'Académie ne pouvait faire mieux que de donner comme successeur à Sarrau ce savant qui fut son élève et qui est le continuateur de son œuvre.

§ 2. — Météorologie

L'influence de la Lune sur les pluies. — La question de savoir si la position variable de la Lune exerce quelque influence sur la fréquence et la quantité des pluies vient d'être discutée de nouveau par M. G. Lamprecht[1]. L'auteur fait remarquer que cette question n'a pas encore été résolue, bien que toute station météorologique ait à sa disposition les données nécessaires pour en trouver la solution.

Voici les calculs que fait l'auteur : La Lune parcourt son orbite elliptique autour de la Terre en 27,55 jours, en moyenne; sa position sur l'ellipse est donnée par son angle avec le grand axe de l'ellipse, cet angle étant compté à partir de la direction correspondant au dernier périgée. Cette différence de direction s'appelle *anomalie*, et l'intervalle de 27,55 jours séparant deux périgées consécutifs est ce qu'on désigne sous le nom de *mois anomalistique*. Or, comme la Terre traverse, entre temps, avec la Lune un treizième environ de sa révolution autour du Soleil, le temps qui s'écoule entre deux nouvelles lunes consécutives, et qui s'appelle *mois synodique*, sera de 29,53 jours, c'est-à-dire presque exactement de deux jours plus long. L'angle du mois

[1] *Naturwissenschaftliche Wochenschrift*, t. XIX, n° 50, p. 793-795, 1904.

ynodique compté depuis la nouvelle lune est ce qu'on entend par *phase*.

Le périgée du mois recule par conséquent dans le mois synodique : après avoir coïncidé à un moment donné avec la nouvelle lune, le périgée se déplace vers le dernier quartier, et puis vers la pleine lune. C'est ce qui est illustré par les chiffres suivants :

PÉRIGÉE	NOUVELLE LUNE	DIFFÉRENCE
26 avril 1904	15 avril 1904	11 jours
22 mai	15 mai	7 —
17 juin	13 juin	4 —
25 juillet	13 juillet	2 —
12 août	11 août	1 jour
9 septembre	9 septembre	0

C'est dire que, le 22 mai 1904, le périgée coïncidait avec le premier quartier, et le 9 septembre avec la nouvelle lune.

Or, si l'on étudie à part l'influence soit du mouvement synodique, soit du mouvement anomalistique de la Lune sur les temps, on trouve, pour une dizaine d'années, une influence nulle en moyenne, tandis que cette influence se montre excessivement puissante si l'on sépare les nouvelles lunes et les pleines lunes suivant qu'elles coïncident ou non avec le périgée. L'auteur exprime en centièmes les positions de la Lune dans chacun de ces cycles, calculant leur différence à partir du commencement du mois. Il dispose ensuite ses observations suivant les dixièmes de la différence entre l'anomalie et la phase moyenne. C'est ainsi que, pour la valeur zéro de cette période, le périgée coïncide avec la nouvelle lune, pour 0,25 avec le dernier quartier, pour 0,50 avec la pleine lune et pour 0,75 avec le premier quartier, la durée de cette double période étant de 411,79 jours.

L'auteur se sert des données mensuelles relatives aux pluies enregistrées dans 40 stations météorologiques de l'Allemagne du Nord pendant trente-huit ans (de 1857 à 1894) et de celles d'environ 98 stations de Java et de Madère, pour l'intervalle de 1879 à 1902.

Voici les résultats qu'il obtient : Dans l'Allemagne du Nord aussi bien qu'à Java, il faut s'attendre (abstraction faite d'autres facteurs) à de la sécheresse dans le cas où le périgée de la Lune est plus proche de la nouvelle lune que de la pleine lune et inversement. Cette règle paraît s'appliquer d'une façon générale à tous les pays où les quantités de pluie maxima coïncident avec la position la plus haute du Soleil.

Ces résultats sont confirmés d'une façon frappante par la sécheresse de l'été dernier; la différence entre l'anomalie moyenne et la phase moyenne était, en effet, égale à 0,84 au commencement de juillet 1904. Faisons remarquer que cette coïncidence avait été prédite par l'auteur.

§ 3. — Physique

L'état cristallin et le point critique. — L'idée de la continuité entre les états solide et liquide, soutenue par M. Ostwald et M. Poynting, a été, comme on sait, définitivement abandonnée à la suite des travaux de M. Le Chatelier et de M. Tammann, qui établissent une distinction absolue entre l'état ordonné et l'état désordonné, c'est-à-dire entre le cristal et le corps amorphe. Si, à proprement parler, on passe d'une façon continue d'un état très visqueux à un état très faiblement visqueux, c'est-à-dire de ce que l'on considère comme un solide à un liquide pris dans le sens vulgaire, il est certain, d'autre part, qu'un cristal, avec ses axes de symétrie élastique ou optique, diffère absolument d'un corps dans lequel toutes les directions sont indifférentes. C'est dans ce sens que M. Tammann, notamment, a été conduit à établir le principe d'une discontinuité que rien ne semble jusqu'ici devoir adoucir.

Le passage de l'état solide à proprement parler, c'est-à-dire cristallin, à l'état liquide, c'est-à-dire amorphe, s'effectue dans des conditions absolument précises de pression et de température pour les corps purs. La diffusion de la liquéfaction sur un certain intervalle de température pour une pression donnée, ou inversement, n'est attribuable qu'aux impuretés que contient le corps, la surfusion étant naturellement écartée.

Pour étudier de près le phénomène de la fusion, M. Tammann a suivi, pour un grand nombre de corps, la courbe reliant la température et la pression dans le passage d'un état cristallin à un autre, ou du dernier état cristallin à l'état liquide, jusqu'à des pressions généralement supérieures à 3.000 atmosphères, ajoutant ainsi un chapitre nouveau et d'une extrême importance à la science des hautes pressions, si magistralement inaugurée par les travaux de M. Amagat. Mais, tandis que les travaux de l'éminent physicien se sont bornés presque entièrement à l'étude des fluides (la solidification du chlorure de carbone sous pression faisant à peu près seule exception dans son œuvre), M. Tammann n'a consacré relativement que peu de travail à l'investigation des propriétés des liquides.

Parmi les principes que M. Tammann établit *a priori*, l'un des plus remarquables est celui-ci : Le passage d'un corps de l'état cristallin à l'état liquide s'opérant avec augmentation de volume (l'eau et le bismuth sont les deux seules exceptions connues à cette règle), la température de fusion doit s'élever avec la pression; mais, comme la compressibilité des liquides est plus grande que celle des solides, le taux de l'augmentation va en diminuant à mesure que la pression monte, et passe par zéro en même temps que la différence des volumes spécifiques; au delà, la température de fusion diminue lorsque la pression s'élève; ainsi, *tous les corps doivent posséder une température de fusion maxima*, atteinte en général à une pression élevée.

Le sel de Glauber, pour lequel la différence des volumes spécifiques à la température ordinaire est très faible, est le seul pour lequel M. Tammann ait atteint le maximum; pour tous les autres corps étudiés, il se trouve en dehors des limites des expériences; la forme de la courbe indique cependant invariablement l'existence d'un maximum à des pressions plus fortes, généralement de l'ordre de dix mille atmosphères.

Mais il est une conséquence plus curieuse encore des expériences de M. Tammann, que nous allons exposer avec quelque détail. On sait, d'après les expériences de MM. Villard et Jarry, que l'acide carbonique, qui passe directement de l'état solide à l'état gazeux sous la pression atmosphérique, fond à —56°,7 sous 5,1 atmosphères; jusqu'à —7°,5, la température de fusion s'élève graduellement avec la pression, cette dernière température étant atteinte sous 2.800 atmosphères. A partir de ce point, la fusion s'opère sur trois branches distinctes, d'où il résulte que l'acide carbonique peut exister, sous des pressions très fortes, en trois états cristallins différents. Or la courbe normale de fusion, qui fait suite à celle que l'on trouve aux basses pressions, atteindrait son maximum sous 3.000 atmosphères, et à la température de 60°. Si cette courbe existe réellement, et si le retour en arrière ne se produit pas prématurément, par le fait de quelque phénomène encore inconnu, la température de fusion de l'acide carbonique est au-dessus de la température critique à partir de 6.000 atmosphères environ. On aurait ainsi, dans ces conditions, *un corps qui ne peut plus exister à l'état liquide, mais pour lequel l'état solide est normal.*

Cette conséquence des premières expériences n'a pas été vérifiée par M. Tammann, qui a jugé l'essai trop dangereux pour être tenté. Mais il a soumis à l'examen, avec un plein succès, le chlorure de phosphonium, *dont la température critique est de* 50°, *et dont l'état solide a pu être réalisé jusqu'à* 99°, sous une pression de 2.790 atmosphères.

Voilà un fait absolument nouveau, et qui renverse l'idée suivant laquelle on considérait comme évidente l'impossibilité d'existence, à l'état solide, des corps dans

des conditions où l'état liquide est incompatible avec leur constitution.

Ce principe nouveau, que l'on doit aux expériences de M. Tammann, est d'une extrême importance pour notre connaissance de la matière. Mais, en outre, il comporte une application immédiate aux corps célestes, dans lesquels se trouvent sans doute souvent réalisées les conditions suivant lesquelles un corps est à une température supérieure à celle qui correspond à son état critique, tandis que les conditions de sa cristallisation se trouvent remplies. Il ne faut pas oublier toutefois que, à moins d'admettre un nouveau changement imprévu dans l'allure des phénomènes, l'écart entre la température critique et la température maxima de la fusion ne peut pas être très considérable, en raison de l'existence du maximum de la courbe de fusion. L'écart ne serait grand que si le passage de l'état cristallin à l'état liquide s'opérait avec une forte augmentation de volume, les deux états présentant, en outre, des compressibilités peu différentes. Des recherches ultérieures nous diront si de tels corps existent. Mais, quoi qu'il en soit de cette application des travaux de M. Tammann aux phénomènes cosmiques, le principe qu'il vient d'établir est l'un des plus imprévus et des plus importants qui aient été découverts depuis longtemps dans la physique de la matière.

Modèle dynamique d'un corps radio-actif. — Ce modèle vient d'être proposé par M. Nagaoka, qui l'a décrit dans notre confrère anglais *Nature*. Il consiste essentiellement en une masse centrale chargée positivement, autour de laquelle se meut un anneau de masses négatives équidistantes. La charge centrale attire les masses périphériques, tandis que celles-ci se repoussent entre elles. Ce système possède, d'après M. Nagaoka, une grande stabilité pour de petites oscillations, dont la période est déterminée par sa constitution, et qui correspondent aux raies spectrales émises par le corps considéré.

Si une perturbation de longue durée s'exerce sur l'ensemble, le système peut atteindre la limite de sa stabilité; l'anneau se rompt alors, et, la répulsion des masses périphériques, plus éloignées de la masse centrale, devenant prépondérante, celles-ci sont chassées avec une grande vitesse loin du centre du système. Les masses périphériques deviennent alors des rayons β, tandis que chacune des masses centrales constitue un rayon α élémentaire.

Emanation radio-active contenue dans les eaux de source. — Les récentes expériences de MM. J.-J. Thompson et F. Himstedt ont démontré l'existence, dans les eaux de source, d'une émanation radio-active susceptible d'en être retirée soit en les faisant bouillir, soit en y insufflant de l'air. D'autre part, MM. Elster et Geitel ont constaté dans l'atmosphère libre, et surtout dans les espaces capillaires du sol, l'existence d'une émanation qui, semble-t-il, est identique à l'émanation des eaux de source : c'est une substance radio-active présente soit dans l'air, soit dans l'eau, qui donnerait naissance à ces deux émanations. Or, comme vient de le faire voir M. H. Mache[1], c'est par une étude soignée des propriétés de ces substances actives qu'on pourra vérifier si l'émanation est vraiment un nouveau corps radio-actif ou bien n'est autre qu'une des matières actives déjà connues. Les expériences de l'auteur font penser que toutes les eaux de sources renferment de l'émanation de radium. Ceci s'expliquerait en admettant que, dans les couches inférieures de l'écorce de la Terre, se trouvent emmagasinés des minéraux renfermant du radium et émettant de grandes quantités d'émanation qui, à leur tour, seraient entraînées en partie dans l'air souterrain et dans les eaux de source, sans que cette dernière contienne des substances radio-actives en quantité considérable.

[1] *Physikal. Zeitschr.*, t. V, n° 15, p. 441-444 (1er août 1904).

§ 4. — Électricité industrielle

Un ondomètre pour télégraphie sans fil. — En raison de la réglementation internationale de la télégraphie sans fil, qui est en préparation, l'obtention d'un dispositif approprié pour mesurer la longueur d'onde de l'appareil de transmission prend une importance des plus grandes. Or, nous venons d'avoir l'occasion d'observer dans le laboratoire de M. Slaby, professeur à l'Ecole Polytechnique de Charlottenbourg, la « baguette multiplicatrice » que ce savant a imaginée pour répondre à ce desideratum, et nous nous proposons de la décrire brièvement.

Le principe sur lequel se base l'appareil a été trouvé indépendamment par un médecin français, le Dr Oudin, et d'autre part par Nicolas Tesla. Voici en quoi consiste le phénomène, vérifié d'ailleurs par M. Slaby, qui en a donné une explication :

Dans un système vibratoire linéaire, engendrant des quarts de longueur d'onde d'un mètre, reçus par un récepteur rectangulaire à boucle (fig. 1), on observe les mêmes courbes de tension soit pour le trajet ABC, soit pour le trajet AED, comprenant des nœuds en B et E et des ventres en A d'une part, en C et D de l'autre; la tension dans ces derniers points et la phase sont absolument identiques. Or, on constate une différence de phase se montant à 180° (à tension égale) entre D et C, en reliant D à un fil DF d'une longueur de 2 mètres, de façon à y permettre la production d'une demi-onde; alors la différence de tension entre F et C s'élève à des valeurs à peu près doubles de celle auparavant observée en C et D. Des accroissements ultérieurs se sont manifestés lorsque M. Slaby, afin de donner aux fils supplémentaires une forme plus convenable, les a enroulés en bobine; toutes les fois qu'on attache au point de tension maxima d'un circuit oscillatoire un fil de la longueur d'une demi-onde, la tension terminale s'élève à des valeurs multiples si le fil complémentaire forme bobine. Ces bobines, accordées à la longueur d'onde du système, ont été appelées « multiplicatrices de tension ». On trouve encore que l'accroissement de tension s'accompagne d'une déformation de l'onde qui, auparavant, était régulière, de façon que le commencement de la bobine ne forme plus ni nœuds de tension, ni nœuds de courant parfaits.

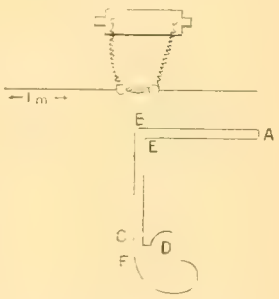


Fig. 1. — *Schéma du dispositif Slaby.*

M. Slaby donne une explication théorique assez simple de ce phénomène, en faisant voir que tout système de fil mis à la terre, recevant une impulsion électrique d'une certaine fréquence, se met à vibrer en résonnance toutes les fois que le produit CL de la capacité électrostatique par la self-induction (produit qu'il désigne sous le nom de « capacité de vibration ») est le même, de façon à satisfaire l'équation $T = 2\sqrt{CL}$. Or, la capacité électrostatique peut être variée dans une certaine mesure, sans que l'équation ci-dessus cesse d'être satisfaite; l'énergie du système oscillatoire, dépendant de la capacité électrostatique, s'en trouve cependant modifiée en proportion. On fait voir qu'un système de n fils parallèles, disposés à des distances mutuelles aussi grandes que possible, présente une self-induction aussi petite et une capacité électrostatique (et, par là, une énergie vibratoire) aussi grande que possible. Les systèmes oscillatoires pareils sont, par conséquent, plus appropriés pour transmettre l'énergie électromagnétique employée en télégraphie sans fil; la tension superficielle au bout du fil ne saurait, en

effet, augmenter au delà des limites admissibles, de façon à produire un rayonnement de masses électriques (électrons), ce qui serait une perte d'énergie notable.

Or, le contraire va se présenter dans le cas où l'on demande une marque visible dans le circuit, pour indiquer si les dimensions de ce dernier correspondent bien au maximum d'énergie, c'est-à-dire si ce circuit est accordé pour la fréquence de l'oscillation qu'on lui transmet. Comme, dans ce dernier cas, il s'agit précisément de réaliser un rayonnement d'électrons aussi fort que possible, la capacité de vibration devra être choisie de façon à assurer une tension électrique superficielle aussi grande que possible, en combinant une capacité électrostatique minima avec une capacité magnétique ou self-induction maxima; c'est ce qu'on obtient en donnant au conducteur vibratoire la forme d'une bobine.

M. Slaby[1] fait voir, par de simples considérations théoriques, que le rayonnement d'électrons des multiplicateurs de ce genre dépend essentiellement du fil de la bobine. Des fils, d'un diamètre aussi petit que possible, enduits d'une matière isolante aussi mince que possible, devront, par conséquent, être employés à cet effet. Des fils de cuivre d'une épaisseur de 0 mm. 1, comprenant un seul enroulement en soie ou bien un enduit isolant d'acétate de celluloïd extrêmement mince, ont donné des résultats parfaitement satisfaisants. Ces fils de cuivre ayant été enroulés sur des tubes de verre ou sur des baguettes en ébonite, ou en chaînes de différents diamètres, la longueur de résonance de ces baguettes a été déterminée pour une longueur d'onde donnée dans le cas d'une prise de terre monopolaire. M. Slaby donne une relation approximative entre la capacité, la self-induction et la vibration propre d'une bobine, relation qui permet de calculer la longueur d'onde à quelques millièmes près.

Pour savoir si l'énergie de vibration émise par le circuit étudié peut être transmise à la baguette multiplicatrice, on a établi une prise de terre monopolaire dans le laboratoire (dont le plancher était recouvert entièrement de plaques de zinc, constituant une terre artificielle d'une capacité suffisante); la capacité du corps humain étant d'environ 100 cc. s'est montrée parfaitement suffisante pour donner au multiplicateur le potentiel zéro, en touchant son extrémité. Tenant de la main gauche une baguette multiplicatrice, pourvue d'un côté d'un anneau métallique touchant la main, et promenant le pouce et l'index de la main droite le long de la baguette, on a vu le bout libre de cette dernière émettre des étincelles aussitôt que l'index atteignait la position de résonance, surtout si l'extrémité était tournée vers le circuit oscillatoire. Un ajustement plus précis peut être réalisé en promenant sur la baguette multiplicatrice une courte tige métallique, mise à la terre au moyen d'un fil en relation avec une plaque métallique reposant sur le sol. Les meilleurs résultats s'obtiennent lorsqu'on fait agir les radiations violettes émises par les étincelles sur des corps fluorescents.

C'est ainsi qu'en plaçant des cristaux de platino-cyanure de baryum à l'extrémité de la baguette, l'expérimentateur a observé un effet lumineux d'une intensité extraordinaire, de façon à réaliser une tache vert-clair qu'on distinguait même à la lumière solaire directe. Lorsqu'on mélange des feuilles d'or avec de petites feuilles recouvertes de ces cristaux, on observe une tache lumineuse d'un vert éclatant, marque visible de ce que la baguette multiplicatrice est accordée.

Afin de vérifier le degré de précision que permet la baguette multiplicatrice sous cette forme définitive, l'inventeur a fait mesurer la même longueur d'onde par deux observateurs différents et à des temps différents; la différence dans le cas d'un seul ajustement ne s'est que rarement élevée à plus de 1 %, alors que, dans la plupart des cas, elle restait en dessous de 0,4 % à 0,7 %. Dans le cas d'un ajustement décuple, la valeur moyenne de deux observateurs ne différait jamais de plus de 2,5 ‰.

Lorsqu'on se rappelle que la détermination des longueurs d'onde, d'après les méthodes anciennes, demande toute une série d'observations occupant au moins une demi-journée, la baguette multiplicatrice, permettant de contrôler l'accord des stations de télégraphie sans fil, presque instantanément et d'une façon aussi précise que possible, peut être considérée comme un progrès des plus précieux, et dont profitera grandement la télégraphie sans fil. **A. Gradenwitz.**

[1] Voir *Electrotechn. Zeitschrift*, n° 50, 1903.

§ 5. — Chimie biologique

La constitution physique du protoplasma. — Depuis plusieurs années, on sait qu'il existe une ressemblance marquée de structure physique entre le protoplasma et cette classe de solutions connue comme solutions colloïdales (gélatine, albumine de l'œuf, etc.). Une solution colloïdale est formée d'une matrice fluide qui tient en suspension des granules solides ultra-microscopiques (particules colloïdales), qui diffèrent d'une substance dissoute en solution cristalloïde en ce qu'ils sont des agrégats relativement importants de molécules de la matière colloïde. Ces particules n'affectent pas la pression osmotique de la matrice fluide, tandis que, dans une solution cristalloïde, le corps dissous est dans une condition moléculaire ou ionique, et donne à la solution une pression osmotique définie. De la manière d'être des solutions colloïdales placées dans diverses conditions chimiques ou électriques, Hardy a conclu que la phase dissoute est maintenue dans les conditions normales parce que les particules colloïdales portent toutes une charge électrique de même signe, et alors se repoussent mutuellement, ce qui les fait rester en un état de fine suspension; mais, quand on introduit, dans la solution colloïdale à charge négative, une charge électrique de signe opposé, soit par un courant électrique, soit par l'addition d'électrolytes à cations forts, c'est-à-dire à ions chargés positivement, la charge portée par les particules colloïdales est neutralisée, et la fusion des particules ou *coagulation* s'ensuit. Une solution colloïdale à charge positive sera coagulée par l'addition d'électrolytes à anions forts (chargés négativement). Dans tous les cas, la rapidité de la coagulation varie directement avec la valence de l'anion ou du cation.

L'état physique des colloïdes artificiels varie donc suivant les conditions externes. Or, les particules protoplasmiques ont avec le suc cellulaire exactement la même relation que les particules colloïdales avec la matrice fluide, et tous les deux répondent aux changements physiques et chimiques de la même manière. Il n'y a donc pas de structure morphologique fixe du protoplasme, réticulée ou vacuolaire; il ne peut y avoir que des structures qui varient avec les conditions externes; le fait est que le protoplasme vivant du *Paramecium*, des Grégarines, etc., est, sans aucun doute, un liquide avec particules en suspension, sans trace de structure fixe. Les structures fibrillaires ou réticulées, qui peuvent être provoquées à volonté dans les cellules ou les colloïdes organiques par l'action des agents dits fixateurs, sont seulement un résultat incident d'un processus de coagulation.

Un certain nombre de savants, Hardy, Loeb, Mathews, R. S. Lillie, Greeley, ont étudié, d'après ces données, les réactions du protoplasme aux conditions extérieures, et ont obtenu des résultats extrêmement intéressants, qui accentuent encore le parallèle avec les solutions colloïdales; de plus, ils donnent une explication physique, ou tout au moins un début d'explication, des phénomènes connus sous les noms de chimiotactisme, galvanotactisme, thermotactisme, etc. D'après Greeley[1],

[1] Experiments on the physical structure of the protoplasm of Paramecium, etc. (*Biol. Bulletin*, VII, 1904, p. 3).

le protoplasme d'une Paramécie provenant d'une culture alcaline renferme des particules chargées d'électricité négative ; aussi est-il liquéfié par les anions forts (par exemple ceux de $NaOH$, $NaCl$, AzH^4Cl, $NaAzO^3$, etc), ou à la cathode pendant le passage d'un courant constant; les Paramécies présentent un tactisme positif pour ces conditions physiques ou chimiques; au contraire, il est coagulé par les cations forts (par exemple ceux de HCl, $HAzO^3$, KCl, $MgCl^2$, $MgSO^4$, etc.), ou à l'anode pendant le passage du courant; les Paramécies présentent alors un tactisme négatif. Si les Paramécies proviennent d'une culture acide, les effets des électrolytes sont inversés partiellement. Dans chaque cas, la réaction du *Paramecium* à un stimulus externe tend à le faire rester dans les conditions qui liquéfient le protoplasma; cette liquéfaction est accompagnée d'attraction, coagulation de répulsion. Ainsi une Paramécie présente un thermotactisme positif pour les températures entre 23° et 27°, et négatif pour toutes les autres; or, les premières seules tendent à liquéfier le protoplasma et à diminuer la tension superficielle; toutes les autres, à le coaguler.

Il est probable que le mécanisme de la réaction aux électrolytes, au courant électrique ou au changement de température, consiste principalement en un changement de la tension superficielle du protoplasme ou de certaines particules protoplasmiques. Ainsi, chez l'Amibe, les cations (coagulants) produisent une contraction du protoplasme, c'est-à-dire un accroissement de sa tension superficielle, d'où répulsion, tandis que les anions (liquéfiants) produisent une diminution de tension, d'où allongement des pseudopodes et attraction vers la cathode.

Lillie[1] se demande si la différence chimique qui existe entre les colloïdes nucléaires et cytoplasmiques n'est pas accompagnée par une différence électrique correspondante : les particules colloïdales de chromatine, constituées principalement par de l'acide nucléique, seraient chargées négativement, tandis que les particules cytoplasmiques, nettement basiques, seraient chargées positivement. Les expériences s'accordent assez bien avec cette hypothèse : divers tissus finement broyés sont mis en suspension dans une solution de sucre de canne où plongent deux électrodes de platine : dès que le courant passe, les têtes des spermatozoïdes, par exemple, se portent vers l'anode, comme les anions d'une solution électrolytique, tandis que les cellules de Sertoli, riches en cytoplasme, se portent lentement à la cathode, comme des cations. Les petits leucocytes, qui sont formés d'un noyau volumineux recouvert d'une mince couche de cytoplasme, se portent nettement à l'anode, tandis que les gros leucocytes vont invariablement à la cathode. Il est donc très vraisemblable d'admettre que la chromatine est formée de particules à charge électrique négative. Cette manière de voir donne un regain d'intérêt aux théories électriques de la mitose; en effet, les mouvements de la chromatine durant la mitose suggèrent tout à fait des phénomènes de transport électrique ou des actions répulsives mutuelles : la ressemblance si frappante qui existe entre la figure mitotique et les lignes de force électriques ou magnétiques confirme que le processus est de nature essentiellement électrique.

§ 6. — Sciences médicales

Chlorose et tuberculose. — M. Marcel Labbé, professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris, vient de publier[2] une étude très documentée sur les rapports pathologiques étroits qui unissent la chlorose à la tuberculose. Pour lui, comme pour le Professeur Landouzy, la chlorose la plus vulgaire et la plus légitime, en apparence, n'est souvent qu'un masque revêtu par la tuberculose : c'est une des multiples formes par lesquelles se traduit cette infection lorsqu'elle envahit l'organisme; c'est l'aspect qu'elle prend si souvent dans le sexe féminin, à l'époque de la puberté, et c'est fréquemment la première manifestation de la maladie. Les liens de parenté entre la chlorose et la tuberculose seraient même si étroits qu'on peut presque en arriver à considérer la chlorose comme un stigmate d'infection bacillaire, et qu'en présence d'une jeune fille, par exemple, qui a été chlorotique, on doit songer avant tout à la tuberculose. Il ne faudrait cependant pas établir une équation entre la chlorose et la tuberculose et croire qu'il n'y a pas de chlorose sans bacille de Koch. Ce serait méconnaître toutes les anémies produites par l'ulcère de l'estomac, par les hémorrhagies, par la syphilis, etc. Mais, ce qu'il convient de retenir, c'est que souvent les chlorotiques sont des candidates à la tuberculose, si déjà elles ne sont pas tuberculeuses, et que toujours elles représentent le prototype des malades à envoyer dans les sanatoria, où elles doivent rester jusqu'à complète réparation de leur sang; car, si, à cette période où le mal est à ses débuts, on traite convenablement ces pauvres malades, on peut certainement préserver un grand nombre d'entre elles de l'échéance fatale.

Traitement moderne de l'ophidisme au Brésil. — Les morsures de serpent sont fréquentes et très graves au Brésil. Aussi n'a-t-on pas manqué d'y essayer le sérum antivenimeux de Calmette, lequel n'a pas donné tout ce qu'on attendait, car la nature du venin varie avec chaque genre de serpents. En tenant compte de ce principe fondamental, M. Vital Brazil a pu obtenir, par l'immunisation des chiens et des chèvres, deux sortes de sérums antivenimeux, l'un efficace pour les morsures du *Crotalus*, l'autre possédant les mêmes propriétés vis-à-vis du genre *Bothrops*. Malheureusement, ces préparations s'altèrent très vite et perdent leurs propriétés. Pour remédier à cet état de choses, M. von Bassewitz[1], ayant constaté, par des essais sur les lapins, que l'immunité dont les serpents jouissent à l'égard de leur propre venin est due à l'action neutralisante et antitoxique de leur bile, conseille de procéder de la façon suivante : Comme, dans la plupart des cas, le serpent qui vient de mordre est tué sur-le-champ, rien n'est plus facile que d'utiliser son foie en vue d'une inoculation antivenimeuse; on extirpe donc sa vésicule biliaire, on la triture dans une solution de sérum physiologique, on filtre et on injecte le filtrat sous la peau du dos ou du flanc. Cette façon d'opérer donne de très bons résultats. Mais il va sans dire que ce procédé, d'ailleurs compliqué, ne doit être employé que dans les cas où l'on n'a pas sous la main du sérum fraîchement préparé. Il est bon de savoir que l'injection d'extrait hépatique préconisée par l'auteur présente l'inconvénient de donner souvent lieu à des abcès au niveau de la piqûre. Mais, étant donnée la gravité des accidents, l'éventualité d'une suppuration locale ne peut empêcher d'essayer ce moyen, qui paraît appelé à rendre de réels services, même sous nos climats.

§ 7. — Géographie et Colonisation

Le desséchement de l'Asie. — Il résulte des observations faites par de nombreux voyageurs sur les parties les plus diverses du globe que, presque partout, les nappes d'eau qui couvrent les régions les plus plates de la Terre décroissent progressivement, depuis les temps historiques et aussi aux époques les plus récentes; quelques-unes de ces nappes, très bien connues autrefois, ont même entièrement disparu. Le lac Chiroua, par exemple, au sud-est du Nyassa, dans l'Afrique centrale, dont tous les explorateurs signa-

[1] On differences in the direction of the electrical convection of certain free cells and nuclei (*Amer. Journ. of Physiology*, VIII, 1903, p. 273.)

[2] *Presse médicale*, 1904, n° 70, p. 553.

[1] *Munch. Med. Wochenschrift*, 10 mai 1904.

laient depuis vingt ans la décroissance, est maintenant asséché. Le Ngami, découvert par Livingstone, est aussi à rayer des cartes. Tous les voyageurs qui ont visité les abords du lac Tchad et, en dernier lieu, les Missions Lenfant et Chevalier, s'accordent à reconnaître qu'il existait au centre de l'Afrique un vaste bassin hydrographique, dont le lac Tchad n'est plus qu'un témoin. Ailleurs, au centre de l'Australie, le lac Eyre a subi, comme l'a signalé le Professeur Gregory, une diminution considérable. Il y a donc là un fait pour ainsi dire universel, et l'on pourrait en multiplier les exemples. Sur beaucoup de points, les hommes y ont aussi contribué dans une certaine mesure par le déboisement inconsidéré des sommets; mais il n'y a eu là forcément qu'une action restreinte, et il est impossible de ne pas voir dans cet asséchement progressif des plateaux et des bassins un phénomène se rattachant à des causes naturelles. Un savant explorateur de l'Asie, le prince Kropotkine, a spécialement étudié cette question pour l'Asie et l'Europe septentrionales et centrales, et les idées qu'il a émises à ce sujet méritent de fixer l'attention.

Les explorations les plus récentes dans l'Asie centrale, ainsi que de nombreux phénomènes naturels, prouvent surabondamment, comme l'a fait voir le prince Kropotkine, qu'une zone s'étendant du fond de l'Asie centrale jusqu'au sud-est et à l'est de la Russie est en train, depuis plusieurs siècles, de se dessécher graduellement. D'année en année, on voit les déserts s'étendre, et ce n'est plus guère que dans le voisinage des montagnes, au sommet desquelles les vapeurs se condensent, que, l'irrigation aidant, l'agriculture est praticable et la vie possible.

Les traces de ce phénomène de desséchement abondent partout dans l'Asie centrale. Des observations faites dans le Turkestan oriental ont permis de conclure qu'il y a deux mille ans le climat de cette région était encore supportable. Non seulement, d'ailleurs, au pied des montagnes qui entourent le Turkestan, mais encore au cœur du désert de Takla-Makan, les explorateurs, et particulièrement Sven Hedin, ont découvert les ruines de cités prospères et de monastères, ainsi que les vestiges de champs irrigués, et cela au milieu de déserts arides, où la vie est actuellement impossible. A l'ouest, du côté d'Altyn-Artych, le voyageur Toussaint put constater que le lac salé Chor-Kel ou Zembil-Koul est en voie de complet desséchement. Le Tarim, si bien étudié par Sven Hedin, était traversé jadis, dans sa partie centrale, par une route très fréquentée. Plus à l'est, la dépression du Lob-nor était, à une époque peu éloignée de la nôtre, occupée par un immense lac, qui s'est fractionné en plusieurs lacs moindres, dont le Kara-Kochoun-Koul n'est plus, comme l'a observé Sven Hedin, que le dernier survivant.

La région qui est au sud du Tien-Chan oriental a compté, ainsi que les plaines de la Dzoungarie, des cités et des villages populeux. Il en est de même du désert de Gobi, qui est le lit d'une ancienne mer salée intérieure, et de la plus grande portion de la terrasse inférieure du haut plateau de l'Asie orientale.

Dans la partie occidentale de l'Asie centrale, le lac Aral et la mer Caspienne ne sont que des vestiges de l'immense mer qui a dû jadis occuper l'emplacement actuel des déserts turcomans. Il paraît établi que la mer Caspienne s'étendait si loin vers l'est qu'elle se confondait avec ce qui constitue aujourd'hui le lac Aral, allant au nord jusqu'à Perovsk (65°30′ long. E), et recevant au sud l'Oxus ou Amou-Daria vers le 60e degré de longitude est.

Le desséchement ne se limite pas, d'ailleurs, à l'Asie centrale proprement dite, c'est-à-dire à la région sans dégagement vers l'Océan. On observe le même phénomène pour un grand nombre de lacs de la Sibérie occidentale, tels que les lacs Tchany, Abyshkan, Sumy-Tchebakly, dont l'étendue a considérablement diminué si l'on se reporte à ce qu'elle était à la fin du XVIIIe siècle et même au cours du XIXe.

Les progrès du desséchement ne se trouvent pas davantage circonscrits à l'Asie. On a pu constater que, dans la Russie d'Europe, d'immenses territoires, jadis couverts de lacs et de marais, sont aujourd'hui à sec. C'est ainsi que, lors de l'invasion de la Russie par les Mongols, en 1238, ceux-ci ne purent atteindre Novgorod avec leurs chevaux, à cause des marais qui rendaient inaccessibles les abords de la ville. Toute la Russie du nord et du centre comptait un beaucoup plus grand nombre de lacs et de marécages que de nos jours. Certes, le déboisement, qui a été considérable en Russie, depuis deux cents ans, a pu avoir une certaine influence sur le desséchement de la contrée. Mais Kropotkine ne pense pas qu'il suffise à lui seul à l'expliquer. Se ralliant aux conclusions du savant Boguslavski au sujet du Volga, qui roule une masse d'eau de moins en moins grande, Kropotkine déclare que ce travail de desséchement est un phénomène purement géologique. Il est la résultante nécessaire de l'époque géologique qui a précédé la nôtre, la période glaciaire.

Pendant l'âge glaciaire, des portions considérables de l'Europe et de l'Asie étaient recouvertes d'une puissante couche de glace. On a fixé approximativement la limite sud de cette couche, pour l'Europe, au 50° degré de latitude, avec des avancées le long des vallées du Dniepr et du Don. Le plateau central de France et les Vosges étaient sous une épaisse couche de glace; il en était de même de la partie septentrionale de la chaîne des Ourals, des monts Tien-Chan et Altaï, de la région située au nord et au nord-est du lac Baïkal.

Lorsqu'à la fin de la période glaciaire les glaçons se retirèrent, toutes les parties de l'Europe et de l'Asie qui ont actuellement moins de 90 mètres d'altitude devinrent sous-marines. Le golfe de Finlande allait jusqu'au lac Ladoga et n'était séparé de l'Océan Arctique que par une étroite bande de terre. Dans la Sibérie occidentale, un large golfe de l'Océan Arctique pénétrait à peu près jusqu'à l'emplacement du Transsibérien. C'est alors que la mer Caspienne comprenait jusqu'au lac Aral et recouvrait une partie des steppes du Volga inférieur.

Les immenses quantités d'eau qui durent s'écouler vers le sud, inondant tout sur leur passage, donnèrent naissance à des toundras d'abord, puis à des prairies et à des forêts marécageuses. Ce fut la période post-glaciaire dite « des grands lacs ».

A ce moment, les lacs de Finlande ne formèrent sans doute qu'un seul vaste lac semé d'îles, et, dans le nord et le centre de la Russie, les petits lacs sans nombre qu'on trouve ne paraissent représenter, comme le montrent leurs rivages bas et marécageux, que les parties les plus profondes d'un immense lac de cette époque. Il en est de même dans beaucoup de parties de la Sibérie; dans l'Asie centrale également, les lacs du Tibet, les grands marais du Tsaïdam, la dépression du Lob-nor, et d'autres bassins ne sont plus que les vestiges de lacs considérables qui ont été se desséchant de siècle en siècle.

La conclusion du prince Kropotkine est donc que nous traversons une époque géologique qui a pour caractéristique le desséchement, tout comme la période géologique antérieure avait été caractérisée par l'accumulation des glaces. Bien que ce phénomène soit indépendant de la volonté humaine, nous devons néanmoins nous hâter de prendre toutes les mesures qui, dans la limite du possible, sont de nature à prévenir les effets désastreux de ce desséchement croissant, et notamment reboiser largement toutes les régions menacées.

Gustave Regelsperger.

L'ÉTAT ACTUEL DE NOS CONNAISSANCES SUR LES COLLOÏDES

PREMIÈRE PARTIE : PRÉPARATION ET PROPRIÉTÉS DES SOLUTIONS COLLOÏDALES; ÉNERGIE DE LIAISON ENTRE LE COLLOÏDE ET LE SOLVANT

I. — Introduction.

Le nombre considérable des travaux qu'a suscités l'étude des colloïdes est justifié par l'intérêt très général, théorique aussi bien que pratique, que cette étude présente. Dans la bibliographie de cette question, on trouve des noms de physiciens, de chimistes, de biologistes. Ce sujet a attiré l'attention des physiciens, parce qu'il leur donne le moyen d'étudier les conditions d'équilibre et de transformation des systèmes formés par un milieu hétérogène contenant des particules extrêmement petites[1]. Les problèmes qu'il pose aux chimistes sont d'ordre théorique et pratique : théorique, parce qu'il s'agit pour eux de savoir si les colloïdes sont des corps de composition chimique définie, analogues à ceux sur lesquels portent leurs travaux habituels, ou si, au contraire, ils constituent une classe de corps tout différents, — et encore parce qu'ils ne peuvent décider *a priori* si les lois de la Mécanique chimique sont valables pour les colloïdes; — pratique, parce qu'il se forme des colloïdes au cours d'un grand nombre de réactions chimiques, et que toute une série de procédés industriels (teinture, photographie, collage et clarification des liqueurs, fabrication des explosifs, etc.) sont basés sur l'emploi des colloïdes, et ne sont que l'application de telle ou telle de leurs propriétés.

Quant aux biologistes, pour faire comprendre de quelle importance est pour eux la question, il nous suffira de rappeler que toute matière vivante est colloïdale. Les cellules dont sont formés les êtres vivants sont composées de colloïdes, et les liquides organiques dans lesquels elles baignent, chez les animaux élevés en organisation, sont des solutions colloïdales. Ce n'est pas que l'importance de cet état constitutif des êtres vivants, au point de vue du mécanisme des fonctions physiologiques, ait apparu tout d'abord. Bien au contraire, on a fait toute la chimie du sang et de la lymphe, on a discuté le mécanisme de l'absorption, de la sécrétion, de la formation des liquides acides ou alcalins, en se bornant à appliquer les résultats obtenus dans l'étude physico-chimique des solutions vraies, et sans même se demander si la présence de colloïdes n'était pas de nature à modifier du tout au tout les éléments mêmes du problème. On a vu différents auteurs, lorsque les résultats trouvés au cours des recherches sur les processus physiologiques (surtout la sécrétion et l'absorption) n'étaient point conformes aux prévisions qu'ils pouvaient tirer de l'étude des solutions vraies, en conclure à la faillite de toute explication physico-chimique, et invoquer l'existence de forces vitales. Mais, dans ces dernières années, la nécessité d'accroître nos connaissances sur les solutions colloïdales a amené un grand nombre de biologistes à faire porter leurs recherches sur cette question[1].

1. *Signification du mot « colloïde »*. — Le mot *colloïde* a été créé par Graham (1850), qui l'a opposé au mot cristalloïde. Pour distinguer les deux classes de corps qu'il formait ainsi, il s'appuyait, comme on sait, sur toute une série de propriétés que présentent les solutions de ces corps.

Il importe d'insister sur ce point et de remarquer, dès le début, que c'est de la comparaison des propriétés des solutions de cristalloïdes et de colloïdes que résultait la division créée entre ces corps. D'un autre côté, il est important de noter que les corps dont Graham se servait pour fonder sa distinction ne peuvent donner dans l'eau qu'une solution colloïdale. Ainsi, par exemple, la gomme arabique, ou l'albumine, ou la dextrine, ou l'amidon, sont des corps qui ne peuvent pas donner de solution aqueuse autre qu'une solution colloïdale. Il en résultait, pour Graham, que l'on pouvait parler de « colloïdes » et de « cristalloïdes », comme si ces deux classes de corps pouvaient encore être distinguées alors qu'ils n'étaient plus en solution.

Les études ultérieures ont montré qu'à côté de ces corps qui, dans l'eau, ne peuvent donner que des solutions colloïdales, il en existe toute une série d'autres qui semblent pouvoir donner aussi bien des solutions vraies, identiques à celles des « cristalloïdes », que des solutions présentant toutes les propriétés des solutions de « colloïdes ». La nombreuse classe des oxydes et sulfures (d'arsenic, de mercure, etc.) nous présente un bon exemple de ces faits. L'étude de ces corps a montré que la

[1] Rappelons, par exemple, l'étude théorique de Gibbs : Etudes thermodynamiques, 3e partie. Théorie de la capillarité. Traduction allemande d'Ostwald, p. 258-350.

[1] Une bibliographie très complète et très bien disposée des études sur les solutions colloïdales a été faite par Arthur Muller dans la *Zeitsch. f. anorganische Chemie*, t. XXXIX, (1904), parue aussi séparément chez Voss, Hambourg (1904). Cette bibliographie comprend 356 numéros.

propriété de donner des solutions colloïdales n'appartient pas en propre à certains corps, mais que leur apparition sous forme colloïdale dépend d'un ensemble de conditions de formation. Il en est résulté une première complication du problème.

Cependant, une division nette s'imposait encore. On avait, il est vrai, reconnu que, dans cet ordre d'études, il fallait toujours considérer les solutions des corps étudiés. Mais, la solution donnée, on pouvait, semblait-il, distinguer une solution colloïdale d'une solution cristalloïdale. Or, en étudiant plus à fond les différentes propriétés des solutions colloïdales, les auteurs ont été amenés à constater que les mêmes propriétés appartiennent aux « émulsions » et aux « suspensions » de poudres fines.

Dès lors, la précision de la division de Graham s'efface complètement. Il est facile de montrer que la classe des colloïdes n'a point de limites fixes, mais, au contraire, que plusieurs propriétés des solutions colloïdales les rattachent, par transition insensible, aux solutions vraies d'une part, et d'autre part aux systèmes hétérogènes. L'évolution historique de la question a donc amené les auteurs à étendre la signification du mot colloïde bien au delà des limites primitivement imposées par Graham. On comprend qu'elle les ait conduits à donner toute une série de définitions différentes des solutions colloïdales. Les uns, se conformant au sens primitif, n'entendent par colloïdes que les corps dont la solution ne saurait être que colloïdale (amidon, albumine, etc.). D'autres rattachent à cette première classe les corps chimiques dont la solution peut, dans certaines conditions, être colloïdale (hydrate de fer, sulfures, etc.). Mentionnons tout de suite que ces auteurs supposent, en général, que le colloïde isolé, à l'état sec, a la même composition chimique que celle qu'il possède dans la solution colloïdale, ce qui constitue une extension implicite à cette deuxième classe des propriétés de la première. Enfin, d'autres auteurs, physiciens et physico-chimistes, après avoir insisté sur ce fait qu'on n'a le droit de parler de colloïdes qu'en tant qu'ils se trouvent en solution, ne se contentent pas d'étudier uniquement les propriétés chimiques des corps en présence; envisageant d'une façon plus générale les propriétés des solutions colloïdales, ils y rattachent à la fois les suspensions et les émulsions; et, pour eux, une solution colloïdale ne diffère d'une émulsion que par la visibilité au microscope des granulations qui constituent cette dernière.

Nous croyons qu'il y a intérêt à ne pas restreindre la signification du mot colloïde. Nous verrons de quel secours est, pour l'étude des solutions colloïdales, le rapprochement avec les émulsions et les suspensions. Aussi donnerons-nous au terme « colloïde » son sens le plus large.

2. *Plan de l'étude des colloïdes.* — Nous nous proposons d'exposer l'état de nos connaissances sur certains points de la question des solutions colloïdales. Notre but est de systématiser les principaux faits qui peuvent servir à la discussion des lois de la statique physicochimique de ces solutions.

Nous allons donc examiner successivement : les conditions de formation, de préparation des solutions colloïdales; les propriétés physiques de ces solutions; puis les conditions dans lesquelles elles se détruisent sous l'action des agents physiques, ce qui nous donnera la mesure de l'énergie de liaison des parties qui les composent. Nous étudierons ensuite leurs affinités, puis la nature et les propriétés des précipités colloïdaux et des résidus secs. Nous aurons alors les éléments qui nous permettront de discuter les lois générales de la statique chimique des solutions colloïdales.

On voit que ce plan laisse de côté quelques-uns des problèmes que soulève la question des colloïdes. Notamment, on ne trouvera pas dans la suite l'étude des transformations irréversibles des colloïdes (gélification, coagulation, formation des membranes et leurs modifications). Nous ne parlerons pas non plus de la cinétique des solutions colloïdales, nous réservant de revenir plus tard sur tous ces points.

II. — Préparation des colloïdes

L'état physique d'un système colloïdal peut être solide, liquide ou gazeux. Ainsi, le bromure d'argent dans la plaque photographique constitue, avec la gélatine qui le contient, un système colloïdal solide, une solution solide colloïdale. Il en est de même de certaines teintures, des verres colorés, de quelques alliages. Ces systèmes colloïdaux solides sont donc beaucoup plus répandus qu'on ne le pense en général.

On verra plus loin qu'on doit aussi rattacher aux systèmes colloïdaux certaines suspensions extrêmement fines dans les gaz, par exemple les fumées. D'ailleurs, l'étude de ces systèmes colloïdaux solides ou gazeux n'a pas encore été entreprise d'une façon systématique. Nous ne nous occuperons donc que des systèmes liquides, des solutions colloïdales proprement dites.

§ 1. — Solutions colloïdales obtenues sans préparation.

Il est toute une série de colloïdes pour lesquels on ne peut proprement parler de « préparation ». Ce sont ces corps qu'avait les premiers signalés

Graham, et qui, mis dans un solvant, donnent immédiatement une solution colloïdale. De ce genre sont, par exemple, les albuminoïdes, la gélatine, les gommes, les colles, l'amidon, le glycogène, la dextrine, le tanin, la pectine, l'hémoglobine, la gélose. De même, le coton dissous dans l'éther (collodion), les résines dans l'alcool, le caoutchouc dans la benzine, la cellulose dans le sulfate de cuivre ammoniacal (liquide de Schweitzer).

Les solutions colloïdales de ces corps peuvent être obtenues avec une extrême facilité : pour les préparer, aucune précaution à prendre, ni en ce qui concerne la quantité de substance à dissoudre par rapport au solvant, ni en ce qui concerne la vitesse d'addition. Une fois obtenues, elles sont remarquables par leur stabilité. Elles conservent pendant longtemps leur aspect homogène, sans qu'on ait besoin pour cela de les mettre à l'abri de la chute des poussières, d'électrolytes en faible quantité, etc. Ces propriétés les distinguent des solutions colloïdales dont nous nous occuperons plus loin.

Lorsqu'on place l'un de ces corps dans le solvant, deux cas peuvent se présenter : 1° Ou bien la quantité du corps qui peut passer en solution colloïdale est limitée : par exemple, on arrive difficilement à dissoudre plus de 5 grammes d'oxyhémoglobine, de 10 grammes de glycogène dans 100 centimètres cubes d'eau. Disons tout de suite que ces limites n'ont pas la même précision que celles de dissolution des cristalloïdes dans l'eau, de sorte qu'on ne peut parler de la « solubilité » des colloïdes comme on le fait de celle des cristalloïdes : le terme de solution colloïdale saturée ne se comprendrait pas. On sait, d'ailleurs, que les différents auteurs qui ont tenté de mesurer la solubilité d'un colloïde, comme l'hémoglobine, sont arrivés à des résultats discordants; 2° Le second cas, qui est le plus fréquent, est celui où, en mélangeant une quantité quelconque de solvant à un poids donné de colloïde, on obtient une masse d'apparence homogène, présentant une série d'états physiques intermédiaires entre l'état liquide et l'état solide (solutions visqueuses, colles, pâtes et empois, gelées, etc.).

Lorsqu'on évapore les solutions du type précédent jusqu'à siccité, la substance, en se desséchant, prend en général l'aspect vitreux ou corné, transparent ou opaque, étudié par Spring[1]; par addition du solvant, on peut de nouveau obtenir la solution colloïdale.

[1] SPRING : Sur la floculation des milieux troubles. *Bull. Acad. Roy. de Belgique* (1900). *Recueil des Tr. Chim. Pays-Bas* (1900), t. XIX. — ID. : Les travaux récents de M. Quincke sur la floculation des milieux troubles, dans la *Revue gen. des Sciences* du 30 juin 1902.

§ 2. — Préparation des solutions colloïdales.

L'étude des colloïdes précédents n'a été que d'un faible secours quand on a voulu préciser ce qu'est l'état colloïdal, parce que tous ces colloïdes ont une constitution chimique extrêmement complexe, et qu'on ne peut en analyser le mode de formation. Déjà Graham avait étudié une série de solutions colloïdales chimiquement plus simples, et dont la préparation nécessite des artifices particuliers, par exemple la silice, l'hydrate ferrique, l'hydrate d'alumine, le ferrocyanure de cuivre. La liste des colloïdes de cet ordre s'est, depuis, considérablement étendue. Leurs conditions de formation, leurs méthodes de préparation sont soumises à un certain nombre de règles générales. On peut dire que les réactions chimiques et les transformations physiques par lesquelles ils se forment sont toujours des processus qui se produisent dans un milieu homogène (c'est-à-dire dans un milieu dont la composition centésimale est identique en tous les points) et qui aboutissent à la formation d'un précipité ou d'une nouvelle phase liquide. Si, au prix de certaines précautions, l'on peut éviter l'agglomération des parties de la nouvelle phase, on obtient une solution colloïdale. Ainsi les solutions colloïdales apparaissent à la limite entre l'état homogène et l'état hétérogène. Or nous savons que les systèmes qui se trouvent dans la zone de passage entre deux états différents présentent tous un caractère commun qui concerne leur stabilité : il est difficile de les maintenir en un point donné de cette zone intermédiaire; ils se déplacent, en général, facilement vers l'un ou l'autre des deux états. Ils sont sensibles aux moindres variations de la température ou de tout autre facteur d'action. C'est pourquoi Ostwald a désigné la zone intermédiaire entre deux états sous le nom de zone « métastable ».

Ce sont ces deux caractères généraux : 1° apparition d'une solution colloïdale dans une zone intermédiaire entre l'état homogène et l'état hétérogène d'un système donné; 2° instabilité de ce système tant qu'il se trouve dans cette zone intermédiaire, qui déterminent tous les modes de préparation des solutions colloïdales. Nous allons passer en revue les principaux d'entre eux.

1. *Silicates.* — Pour préparer les solutions colloïdales de silice, d'hydrate ferrique, d'alumine, des hydroxydes, de ferrocyanure de cuivre, de fer, que Graham connaissait déjà, on se sert en général d'une réaction lente.

Ainsi, à une solution de silicate de potassium (verre soluble) en contenant tout au plus 3 grammes pour 100 grammes d'eau, on ajoute une quan-

tité exactement dosée d'HCl en solution aqueuse, de façon à neutraliser exactement. Après plusieurs heures, la solution commence à présenter une teinte bleuâtre opalescente, qui s'accentue peu à peu.

Au bout d'un temps plus ou moins long (12 à 24 heures) suivant la température, il se forme un précipité gélatineux très volumineux. Quelquefois même, toute la liqueur se prend en gelée. Si l'on place cette solution dans un dialyseur, dont on renouvelle l'eau extérieure, on voit que le chlorure de potassium qu'elle contenait diffuse; dans le dialyseur reste un liquide qui contient toute la silice du silicate, qui ne contient presque plus de sel, qui, le plus souvent, présente une réaction acide. Ce liquide, opalescent, peut être concentré jusqu'à une certaine limite par évaporation. Lorsqu'on l'abandonne à lui-même, sa teinte opalescente s'accentue. D'ailleurs, la gélification a lieu bien plus vite lorsque le liquide primitif n'a pas été placé dans un dialyseur, c'est-à-dire s'il contient encore du chlorure de potassium.

En 1884, Grimaux a indiqué un procédé général de préparation des solutions colloïdales qui a l'avantage de donner des solutions plus pures et surtout plus stables, se coagulant moins vite. On saponifie une faible quantité (8 gr.) de silicate de méthyle par une grande quantité d'eau (200 c.c.). On évapore l'alcool méthylique et l'on obtient ainsi une solution colloïdale de silice, qui reste stable plusieurs semaines.

2. *Hydrates de métaux.* — Pour préparer l'hydrate ferrique colloïdal, Péan de Saint-Gilles, en 1853, faisait chauffer une solution d'acétate de fer; après un certain temps, la coloration de la solution de brune devient rouge, en même temps qu'apparaissent le goût et l'odeur de l'acide acétique. On fait bouillir la solution en ayant soin d'ajouter de temps en temps de l'eau; l'acide acétique est chassé, et l'on obtient une solution colloïdale d'hydrate de fer, de couleur rouge-brune très foncée.

Il existe beaucoup d'autres procédés de préparation de l'hydrate ferrique colloïdal. En particulier, une solution de perchlorure de fer en contenant moins de 1 °/₀, exempte d'acide, est hydrolysée. On laisse tomber goutte à goutte dans 1 litre d'eau une solution de perchlorure de fer : il se forme immédiatement une solution colloïdale rouge, qui peut être débarrassée de la majeure partie de HCl par dialyse. Cette solution est très stable.

Le procédé de Grimaux s'applique également à la préparation de l'hydrate ferrique. Une petite quantité d'éthylate ferrique est mise en contact avec un grand volume d'eau; l'on obtient aussi une solution brune très foncée qui ne dialyse pas.

3. *Ferrocyanures.* — Les ferrocyanures colloïdaux s'obtiennent aussi par réaction lente. On prépare le ferrocyanure de cuivre en faisant tomber goutte à goutte une solution faible (au plus 1/100) d'un sel de Cu (nitrate plutôt que sulfate) dans une solution à 1/100 de ferrocyanure de K. On agite constamment; on voit la liqueur prendre une teinte brun-rouge de plus en plus foncée. Il est important de s'arrêter après l'addition d'une certaine quantité de sel de Cu; au-delà de cette limite, quelques gouttes suffisent à amener une précipitation de ferrocyanure de cuivre. La solution brune peut être débarrassée de la presque totalité du sulfate de potassium par dialyse.

4. *Sulfures.* — La préparation des sulfures est extrêmement simple. Il suffit de faire arriver lentement, dans une solution diluée (au plus 1/100) d'un sel métallique, de petites bulles d'H^2S. Il y a changement de coloration. Le sulfure ne précipite pas. On peut chasser l'excès de H^2S par évaporation. Par exemple, pour préparer le sulfure d'arsenic, qui a été l'objet de tant de travaux, il suffit de faire passer un courant d'H^2S, ou mieux encore de verser goutte à goutte une solution aqueuse d'H^2S, dans une solution à 1/100 d'As^2O^3. La liqueur prend une couleur jaune orangé intense. On la purifie d'H^2S par ébullition.

5. *Métaux.* — On peut obtenir des solutions colloïdales de beaucoup de métaux par l'emploi de réducteurs agissant lentement, tels que le phosphore (Faraday), l'aldéhyde formique (Zsigmondy, etc.), la résorcine et l'hydroquinone (Stœckl et Vanino), l'acide pyrogallique, les sels ferreux, l'hydrate d'hydrazine (Gutbier).

Par exemple, pour préparer une solution colloïdale d'argent, on verse, dans 200 centimètres cubes de nitrate d'argent à 10 °/₀, 500 centimètres cubes d'une solution aqueuse contenant 60 grammes de sulfate de fer, 100 grammes de citrate de soude et 5 grammes de carbonate de soude. Il se forme un précipité d'éclat métallique. On décante, on lave à l'eau distillée, on laisse déposer, on décante de nouveau. On purifie ensuite en faisant passer la solution à travers une bougie Chamberland. Le précipité adhère à la paroi extérieure. On le dissout de nouveau dans l'eau distillée, et l'on recommence la purification plusieurs fois. On obtient ainsi un liquide rouge foncé, contenant de l'argent qui ne dialyse pas, et dont la conductibilité électrique est très faible.

La solution colloïdale d'or, dont nous aurons à parler à propos des recherches de Zsigmondy, s'obtient en réduisant lentement une solution de clorure d'or par l'aldéhyde formique. On prend

2 c. c. 5 d'une solution à 6 % d'hydrochlorure d'or ($AuCl^3H, 3H^2O$). On ajoute à 120 centimètres cubes d'eau et l'on alcalinise faiblement par le carbonate de potassium. On porte à l'ébullition et l'on verse de 3 à 5 centimètres cubes d'une solution d'aldéhyde formique à 1 ‰. La réaction se produit au bout d'une minute environ; le liquide devient rouge vif.

Par des procédés de ce genre, on a pu préparer les solutions colloïdales des métalloïdes : S, Se, Te; des métaux : Bi, Al, Zn, Cd, Hg, Cu, Ag, Au, Fe, Ni, Co, Pt, Rh, Ir, Pd, Wo, Zr; des oxydes et hydroxydes de : Ag, Hg, Bi, Sn, Si, Al, Be, Cu, Fe, Mn, Cr, Mo, Wo, Ti, Zr, Th, La, Ce, Er, Di, Y; des composés halogénés de : Ag, Pb; des sulfures de : Sn, Te, As, Sb, Bi, Sn, Pb, Zn, Cd, In, Hg, Cu, Ag, Au, Fe, Ni, Co, Pd, Mo, Wo.

6. *Réaction en milieu visqueux ou colloïdal.* — Dans les cas où l'on n'a pas besoin d'avoir une solution pure, on peut faciliter la formation de la solution colloïdale et la rendre plus stable en augmentant la viscosité de l'eau par l'addition de corps tels que la glycérine ou le sucre, ou bien en y ajoutant de petites quantités de certains colloïdes tels que la gélatine, la dextrine, les colles, les gommes, l'amidon, appartenant au groupe des substances toujours colloïdales.

En résumé, on voit que, pour obtenir des solutions colloïdales, il faut ne pas dépasser certaines limites de concentration, avoir recours à des réactions naturellement lentes ou artificiellement ralenties par l'emploi de solutions très diluées, de réactifs peu énergiques, de milieux visqueux ou colloïdaux, par l'addition lente des corps réagissants. L'importance de cette règle générale résulte de l'état métastable des solutions colloïdales.

§ 3. — Préparation et conditions de formation des troubles.

Il nous sera souvent utile, dans la suite, de comparer les solutions colloïdales à d'autres systèmes qui se trouvent aussi à l'état métastable : les émulsions et les « troubles ». Examinons rapidement dans quelles conditions ils se forment.

Lorsque, dans une solution donnée, on fait apparaître une émulsion, entre le moment où la solution est encore tout à fait claire et celui où apparaissent les gouttelettes, on voit apparaître une teinte bleuâtre, puis la solution devient opalescente. A ce moment, aucune gouttelette n'est encore visible, même à l'aide du microscope. Ce phénomène se rencontre dans un grand nombre de cas. On l'obtient facilement dans certains mélanges de deux ou de trois corps.

Par exemple, à 34 grammes d'acide phénique on ajoute 66 grammes H^2O, on agite le mélange : il se produit un « trouble » d'apparence laiteuse; le mélange se répartit au repos en deux phases, l'une riche, l'autre pauvre en eau. Si on élève peu à peu la température du liquide, on voit que son aspect ne change pas jusqu'au moment où l'on atteint 68°,7. A ce moment, le « trouble » disparaît brusquement : c'est le point critique. A une température immédiatement supérieure à celle du point critique, le liquide présente une teinte bleuâtre, opalescente. Si alors on maintient la température constante, l'opalescence subsiste et le liquide ne se répartit pas en deux phases, comme il le fait au-dessous de 68°,7. Si on élève la température de plusieurs degrés au-dessus de la température critique, le liquide devient absolument clair.

Cette opalescence au-dessus de la température critique, s'observe également dans les mélanges binaires d'acide isobutyrique et eau, sulfure de carbone et alcool méthylique (Güthrie), furfurol et eau, acétylacétone et eau, etc. (un grand nombre de ces mélanges ont été étudiés par Rothmund). On obtient le même phénomène dans les mélanges formés de trois corps A, B, C, tels que A soit soluble en toute proportion dans B et C, B et C insolubles l'un dans l'autre; par exemple :

L'eau, l'alcool et l'éther;
— — le chloroforme;
— — le toluène;
— — l'ac. thymique;
— — la colophane;
— — la phtaléine du phénol.

A ce groupe, il faut rattacher un grand nombre de matières colorantes que l'on rend solubles par addition d'alcool. Suivant les proportions des trois corps en présence, ces mélanges ternaires peuvent être monophasiques ou diphasiques. A la limite de passage entre l'état monophasique et l'état diphasique, on aperçoit nettement, avant la séparation des phases, que le mélange présente une teinte bleuâtre opalescente, persistante. Nous verrons par quelles propriétés ces « troubles » et ces systèmes à l'état métastable se rapprochent des solutions colloïdales.

§ 4. — Procédé de Bredig.

Nous verrons dans la suite que les solutions colloïdales ont plus d'une propriété commune, non pas seulement avec les émulsions, mais encore avec les suspensions fines de poussières, de poudres métalliques. C'est en étudiant cette analogie que Bredig[1] a découvert une nouvelle méthode de préparation de certaines solutions colloïdales. Cette méthode

[1] G. Bredig : *Anorganische Fermente*. Leipzig, Engelmann, 1901, p. 21.

consiste à utiliser la pulvérisation des électrodes (généralement de la cathode) qui se produit lorsqu'on fait éclater un arc voltaïque entre deux tiges métalliques. Si l'on plonge les électrodes dans l'eau, il y a formation d'une solution colloïdale. La pulvérisation des électrodes est plus ou moins grande, suivant la nature du métal, et est en raison inverse de sa ductilité (Hittorf, Warburg, Crookes). Ainsi le magnésium, l'aluminium, le fer, l'indium, le nickel donnent difficilement des poudres. Certains autres métaux s'oxydent aussitôt pulvérisés. De sorte que la méthode de Bredig se restreint à un nombre limité de métaux. Il a étudié surtout le platine, l'or, l'argent, le cadmium, le palladium. Voici, par exemple, comment il prépare l'or colloïdal :

Dans le circuit d'un courant de 110 volts, on installe : 1° une résistance (batterie de lampes ou résistance liquide) de façon à obtenir une intensité de 4-12 ampères; 2° un ampèremètre; 3° entre la résistance et l'ampèremètre, les électrodes. Elles sont formées d'un fil d'or de 1 millimètre d'épaisseur, de 6 à 8 centimètres de longueur, engaîné à sa partie supérieure dans un tube de verre, pour qu'on puisse le tenir à la main.

D'autre part, on a préparé une cuve de verre très propre, plongée dans la glace, et contenant 50 à 100 centimètres cubes d'eau très pure (conductivité $2\text{-}3.10^{-6}$). On plonge dans l'eau, jusqu'à une profondeur d'environ 2 centimètres, les deux électrodes, puis on les rapproche et on fait éclater entre elles des étincelles de 1 à 2 millimètres, en ayant soin que l'intensité du courant varie de 10 à 12 ampères seulement. On voit alors se former autour des électrodes un nuage d'un rouge foncé qui va s'assombrissant. On change de place les électrodes, jusqu'à obtenir la même teinte dans tout le liquide. L'opération est pratiquement terminée quand on ne peut plus distinguer l'étincelle qui éclate à 2 centimètres sous la surface du liquide. Si l'on continue l'opération, l'or en poudre se dépose. La préparation est très facilitée par l'addition à l'eau d'une trace d'alcali (0,001 N NaOH). Une solution colloïdale préparée par cette méthode avec tous les soins nécessaires peut subsister des années.

Les solutions préparées par cette méthode ont l'avantage d'être très pures. Elles ont surtout servi jusqu'ici aux études sur les propriétés optiques, et sur la cinétique chimique des solutions colloïdales.

III. — Propriétés des solutions colloïdales.

Nous venons de voir comment on prépare les solutions colloïdales. Nous allons maintenant examiner rapidement quelles sont les propriétés des solutions obtenues par les procédés que nous venons de décrire.

§ 1. — Propriétés optiques.

1. *Diffusion. Polarisation.* — Toutes les solutions colloïdales ont deux propriétés optiques communes :

1° Lorsqu'on fait passer à travers l'une d'elles un faisceau de lumière intense, la trace du faisceau à travers la solution est visible pour un observateur placé latéralement. Ces solutions *diffusent* la lumière. Il s'agit bien là de diffusion et non de fluorescence. En effet, en intercalant entre l'œil et la solution colloïdale éclairée des écrans colorés, on voit que la trace lumineuse ne s'éteint pour aucune couleur ;

2° La lumière qui a traversé une solution colloïdale est partiellement polarisée.

Un rapprochement immédiat s'impose avec d'autres phénomènes étudiés depuis longtemps par les physiciens. Ce sont ceux que présentent les suspensions et les émulsions. Tyndall a montré qu'un faisceau de lumière passant à travers un gaz pur n'est pas visible latéralement. Mais, si l'on met en suspension dans le gaz des poudres très ténues, la trace du faisceau devient visible, colorée en bleu, et la lumière qu'elle émet est polarisée dans le plan contenant le faisceau et la ligne de visée. Pareillement, dans les liquides, une suspension fine (encre de Chine, noir de fumée) présente le même phénomène. Spring a montré, par exemple, que toutes les eaux naturelles contiennent des suspensions dont il est extrêmement difficile de les débarrasser, et qu'on ne peut faire disparaître qu'en les « collant » au moyen d'un colloïde dont on détermine la précipitation, et qui les entraîne dans sa chute. On réalise alors un liquide « optiquement vide[1] ». La dissolution d'un sel dans une eau optiquement vide et la formation d'une solution vraie n'aboutissent pas toujours à la formation d'un nouveau milieu optiquement vide. Les solutions de sels alcalins et alcalino-terreux le sont seules. Les solutions de cuivre, de plomb, etc., contiennent toujours des particules plus ou moins grosses. De même encore les solutions solides, par exemple les verres contenant des métaux, produisent parfois la diffusion et la polarisation de la lumière. Tandis que les verres ordinaires sont simplement fluorescents, Faraday (1857), Muller (1871), Ebell (1874) ont fait voir que les « verres à l'or » sont diffusants et

[1] W. Spring : Formation des milieux optiquement vides. *Acad. Roy. Belgique* (1899), t. XXXVII, p. 174. — *Rec. Trav. Ch. Pays-Bas* (1899), t. XVIII, p. 153.

Id. : Diffusion de la lumière par les solutions. *Acad. Roy. de Belgique* (1899), t. XXXVII, p. 300. — *R. Tr. Ch. Pays-Bas* (1899), t. XVIII, p. 233.

polarisants. Spring a montré que les verres contenant de l'or, de l'argent, du cuivre « s'illuminent » par le passage de faisceaux de lumière et qu'ils constituent de véritables solutions colloïdales solides.

D'un autre côté, les émulsions jouissent de la même propriété. Déjà Tyndall avait montré que les gouttelettes, la fumée dans l'air, les « nuages artificiels », ont une coloration particulière d'un beau bleu à reflets blancs et parfois rougeâtres, « opalescente », et sont polarisants. Duclaux a fait observer que les émulsions présentent, elles aussi, ce « phénomène de Tyndall », qu'on retrouve toutes les fois qu'une solution va se précipiter sous forme de gouttelettes, un peu avant que ne se produise la précipitation. Ainsi les solutions de liquides partiellement miscibles entre eux, dont nous avons parlé dans le chapitre précédent, prennent la teinte opalescente et polarisent la lumière quand elles passent de l'état monophasique à l'état diphasique, quand elles se trouvent dans la zone métastable.

Ainsi les deux propriétés, diffusion et polarisation de la lumière, appartiennent à tous les systèmes qui ne sont pas homogènes au sens strict du mot, c'est-à-dire dont la composition n'est pas la même en tous les points. Ces systèmes présentent donc une « inhomogénéité optique ». Les solutions colloïdales sont toutes « optiquement inhomogènes », et l'on en a tiré la conséquence que toutes contiennent des particules en suspension.

S'il en est ainsi, on conçoit que la nature même des particules doit influer sur la polarisation. Ehrenhaft[1], s'appuyant sur les considérations de J.-J. Thomson, basées sur la théorie électromagnétique de la lumière, montre que le maximum de polarisation doit être dans un plan différent suivant que les particules en suspension sont ou non conductrices de l'électricité. La théorie prévoit que le maximum sera, pour les suspensions de particules non conductrices, sous un angle de 90°, pour les suspensions de particules conductrices, sous un angle de 120° par rapport au rayon pénétrant. Les mesures donnent : pour l'acide silicique colloïdal 90°, pour le sulfure d'arsenic 87°30′, et, au contraire, pour l'or colloïdal 118-120°, pour Ag coll. 110°, pour Cu coll. 120°, pour Pt coll. 115°. Ces derniers nombres ne sont, d'ailleurs, vrais que pour des solutions très pures. Dès qu'elles sont souillées par des poussières ou par de petites quantités de colloïdes non conducteurs, l'angle diminue.

On a cherché à utiliser ces mesures d'angle de polarisation pour essayer d'évaluer la grandeur des particules en suspension. Se basant sur les considérations de Lord Rayleigh, Lobry de Bruyn fait remarquer que les particules qui polarisent la lumière réfléchie et font apparaître les teintes bleu-violet (opalescentes) doivent être 50 fois plus petites que la longueur d'onde de la lumière. Admettant que cette longueur est 0,5 μ, on trouve pour le diamètre des particules des nombres de 5 à 10 μμ. Ehrenhaft, après avoir montré que les prévisions de la théorie électromagnétique se vérifient pour les colloïdes, indique que l'ordre de grandeur des particules peut être calculé grâce à cette théorie. Par exemple, pour l'or colloïdal, les limites entre lesquelles elles doivent être comprises sont $5{,}89.10^{-5}$ centimètres et $3{,}3.10^{-7}$ centimètres.

2. *Coloration. Spectre d'absorption.* — Plusieurs colloïdes présentent une teinte opalescente (gélatine, albumine, silice, etc.). Un très grand nombre d'autres sont colorés. J. Duclaux fait remarquer qu'en général les solutions colloïdales sont de couleurs beaucoup plus foncées que les solutions cristalloïdes de sels analogues, ou même tout à fait différentes.

La couleur des solutions colloïdales varie d'ailleurs dans diverses conditions. Ainsi, lorsqu'on les précipite par l'addition d'électrolytes, elles passent en général par toute une série de teintes. Les solutions bleuâtres deviennent de plus en plus opalescentes, jusqu'à présenter l'aspect laiteux. Les solutions d'or, d'argent présentent des variations continues : par exemple, l'argent passe du rouge au brun, au gris. On peut rapprocher ces faits des colorations présentées par les nuages artificiels (du bleu le plus intense au blanc laiteux), les émulsions au voisinage du point critique, et aussi les solutions colloïdales solides (verres à l'or) (Faraday, Spring, Stockl et Vanino, Zsigmondy). Mais, pour ces derniers, Siedentopf et Zsigmondy[1] ont démontré que ces variations ne correspondent pas à des variations de la grosseur des grains.

Le spectre d'absorption des solutions colloïdales a été étudié par Picton et Linder, Zsigmondy, Stockl et Vanino, Ehrenhaft. D'une manière générale, elles ne présentent qu'une seule bande d'absorption plus ou moins large. Ehrenhaft a étudié le spectre d'un certain nombre de colloïdes au spectrophotomètre ; il en a calculé les coefficients d'extinction et construit la courbe d'absorption. Il a trouvé que, pour l'or rouge, le maximum d'absorption correspond à la longueur d'onde $\lambda = 520$ μμ

[1] EHRENHAFT : Das optische Verhalten der Metallkolloïde und deren Teilchengrösse. *Annalen der Physik* (1903), t. XI, p. 489.

[1] SIEDENTOPF et ZSIGMONDY : Uber Grössenbestimmung ultramikroskopicher Goldteilchen. *Ann. der Physik* (1903), t. X, p. 1.

COTTON et MOUTON : Les objets ultra-microscopiques. *Revue gén. des Sc.*, 15 décembre 1903.

pour le platine à $\lambda = 480$ μμ, pour l'argent colloïdal, dans l'ultra-violet, à $\lambda = 380$ μμ.

Ajoutons qu'il a cherché à utiliser ces mesures pour déterminer la grandeur des particules colloïdales, en considérant qu'elles vibrent dans un milieu diélectrique, que l'énergie des ondes lumineuses et, par conséquent, l'absorption doivent être maximales quand la période d'oscillation des particules et celle du rayon pénétrant concordent de façon à produire une résonance optique. Il calcule que les particules colloïdales ont un diamètre égal pour l'or à $49\text{-}52.10^{-7}$ centimètres, pour l'argent à 38.10^{-7} centimètres, pour le platine à 48.10^{-7} centimètres.

3. *Visibilité.* — Lorsqu'on examine au microscope certaines solutions colloïdales, on peut apercevoir, aux forts grossissements, des particules suspendues dans la liqueur. Ainsi Picton et Linder ont préparé des sulfures d'arsenic qui présentaient des granules visibles. Mais la plupart des solutions colloïdales paraissent homogènes au microscope ordinaire. Par exemple, le sulfure d'arsenic de Picton et Linder ne présente pas de granules. Jusqu'à ces dernières années, on n'avait aucun moyen de discerner dans les solutions colloïdales les particules dont on soupçonnait l'existence. MM. Cotton et Mouton ont exposé, en détail, dans cette *Revue* même, comment les recherches de Siedentopf et Zsigmondy et leurs propres travaux nous ont dotés d'un moyen de reculer la limite de visibilité du microscope. Nous n'insisterons pas sur ce point. Rappelons seulement que la méthode consiste à douer la solution colloïdale et les particules qu'elle contient d'une lumière propre. On y arrive en éclairant latéralement la solution par un faisceau qui ne pénètre pas dans le microscope avec lequel on l'observe. Les particules diffractent cette lumière. Siedentopf et Zsigmondy projettent des rayons qui traversent la solution perpendiculairement à l'axe du microscope. Cotton et Mouton placent celle-ci sur l'une des faces d'un prisme à réflexion totale. Le faisceau pénètre dans le prisme, se réfléchit, illumine la solution et sort sans avoir pénétré dans l'objectif microscopique.

Lorque, dans ces conditions, on examine un verre à l'or, toutes les particules apparaissent comme des points lumineux sur un fond sombre, donnant l'impression du « ciel étoilé ». Lorsqu'on examine une solution colloïdale liquide, toutes les particules illuminées sont agitées de mouvements browniens. Ce procédé d'examen à l' « ultramicroscope » a permis de reconnaître la présence de particules dans toutes les solutions colloïdales connues.

Siedentopf et Zsigmondy ont pu, par cette méthode, tenter de mesurer la grosseur des particules contenues dans les verres à l'or. Cette grosseur varie suivant les différents verres. Elle est de l'ordre du μμ, soit environ 10 fois plus que la grosseur moléculaire moyenne et les auteurs ont pu déceler des particules de 5 μμ (1/200.000e de millimètre). La plupart des solutions colloïdales contiennent, d'ailleurs, des granules de diverses grosseurs, coexistant en même temps.

Ainsi, les examens ultramicroscopiques ont démontré directement l'existence, dans les solutions colloïdales, des particules dont l'inhomogénéité optique de ces solutions faisait pressentir l'existence. La grandeur de ces particules, calculée en s'appuyant sur les données fournies soit par la polarisation, soit par l'absorption, soit par la visibilité, est de l'ordre du $\frac{1}{100.000}$ de millimètre.

4. *Réfraction.* — L'étude de l'indice de réfraction des solutions colloïdales faibles en colloïde ne donne pas de différence appréciable avec celui de l'eau pure; on ne peut donc pas se servir de cette mesure pour doser la teneur d'une solution en colloïde.

§ 2. — **Autres propriétés.**

1. *Conductivité électrique.* — La conductivité électrique des solutions colloïdales est extrêmement faible. Si l'on opère avec des solutions suffisamment pures, dialysées pendant deux ou trois semaines, ou bien préparées par la méthode de Bredig, on trouve une conductivité électrique voisine de celle de l'eau; la conductivité spécifique est donc de l'ordre de 3.10^{-6}. On peut dire que toutes les fois qu'une solution colloïdale a une conductivité spécifique supérieure, cela est dû à la présence d'impuretés provenant de la préparation de la solution colloïdale. La mesure de la conductivité électrique sera donc un moyen commode permettant de s'assurer du degré de pureté d'une solution colloïdale donnée.

2. *Viscosité.* — La viscosité (frottement interne) des solutions colloïdales est très différente suivant la solution observée. Tandis que certaines d'entre elles (or, argent, platine colloïdal) sont très peu visqueuses et que leur frottement interne est à peine supérieur à celui de l'eau pure, certaines autres, notamment les colloïdes organiques, le sont extrêmement.

L'exposé succinct que nous venons de faire des propriétés physiques générales des solutions colloïdales montre assez en quoi elles se différencient des solutions vraies. Inhomogénéité optique, pré-

sence de particules ultramicroscopiques, indice de réfraction et conductivité peu différents de ceux des solvants purs, toutes ces particularités les rapprochent beaucoup des suspensions fines et des émulsions.

Nous allons voir qu'il en est de même des conditions de séparation ou de précipitation.

IV. — Énergie de liaison entre le colloïde et le solvant. Séparation par les agents mecaniques et physiques.

Nous avons vu, dans les chapitres précédents, comment on prépare les solutions colloïdales et quelles sont leurs propriétés stochiométriques.

Nous avons vu que, toutes les fois qu'on se trouve en présence de colloïdes, on a affaire à des systèmes formés de deux corps au moins. Dans la grande majorité des cas, l'un des corps est en quantité prédominante. Une solution d'Ag colloïdal contient beaucoup plus d'eau que d'argent. De là vient qu'on a pu parler de « solutions colloïdales », ce qui implique l'existence d'un solvant et d'un corps dissous.

On doit donc se poser la question suivante : Quelle est l'énergie de liaison entre le colloïde et le solvant, c'est-à-dire entre les granules et le liquide intergranulaire.

Nous allons, pour y répondre, examiner successivement tous les moyens employés pour produire cette séparation. Nous distinguerons tout de suite deux groupes principaux de procédés. Les premiers consistent dans l'emploi d'agents mécaniques ou physiques; les seconds, dans l'addition d'un corps soluble étranger à la solution colloïdale.

§ 1. — Séparation par les agents mécaniques.

1. *Agitation.* — Il est d'observation courante que, lorsqu'on agite fortement certaines solutions d'albuminoïdes, on voit apparaître des filaments souvent insolubles d'albumine. Le fait se produit même dans les solutions très diluées (solution d'ovalbumine à 1/100.000e). Ramsden[1], qui a étudié ces faits systématiquement, a montré que des solutions d'ovalbumine, de sérum-albumine, de sérum-globuline et d'autres protéides peuvent être débarrassées complètement des colloïdes qu'elles contiennent par simple battage, à condition de prolonger suffisamment l'agitation.

L'agitation mécanique peut être produite par le mouvement d'un corps solide quelconque (battage), par le passage d'un gaz inerte (formation de mousses), par la centrifugation.

Cette facilité avec laquelle certaines solutions colloïdales se séparent par simple agitation mécanique ne leur est point particulière. Ramsden a montré qu'il s'agit là d'un phénomène général que ne présentent pas les seuls colloïdes, mais qu'on peut observer sur tous les corps en dissolution. Ce phénomène général, c'est la concentration de la solution à la surface libre. L'énergie capillaire de cette surface influence la répartition du ou des corps en solution entre le liquide intérieur et la couche superficielle. Des études théoriques de lord Kelvin, J.-J. Thomson, Gibbs, Ostwald, lord Rayleigh, etc., il résulte que la concentration doit être plus grande dans la couche superficielle. La grandeur de cette différence et la vitesse avec laquelle elle s'établit peuvent varier beaucoup : elles dépendent de la nature des corps en solution et surtout de la manière dont ils modifient la tension superficielle du liquide. Les corps qui diminuent le plus l'énergie capillaire sont ceux qui s'accumulent le plus à la surface, qui rendent la couche superficielle la plus visqueuse, qui forment les mousses les plus persistantes.

2. *Mousses.* — Des mesures quantitatives ont été faites au laboratoire d'Ostwald, par Zawidski[1], qui produisait des mousses dans des solutions de saponine, les entraînait loin du liquide, et, quand elles étaient « tombées », comparait leur conductivité électrique à celle de la solution primitive. Voici quelques résultats :

Concentration de la solution primitive.	1,29 %
— des mousses	1,346
— de la solution restante .	1,025
Rapport $\frac{c}{c'}$	1,31

Or, Plateau avait trouvé que la viscosité d'une solution de saponine à 1 % est bien plus grande à la surface qu'à l'intérieur. De même, la tension superficielle produite par des lamelles de saponine est égale à 5 milligr. 64 par millimètre, tandis que, pour l'eau, Plateau trouve 14 milligr. 6. L'addition de saponine diminue donc considérablement la tension superficielle de l'eau.

Clara Benson a trouvé des résultats analogues pour les mousses formées par les solutions d'alcool amylique dans l'eau. Il y a plus d'alcool dans les mousses que dans la solution.

Comme la formation des mousses a pour effet d'augmenter beaucoup la surface libre du liquide, on conçoit qu'on puisse par agitation débarrasser peu à peu celui-ci de tout le corps en solution.

[1] Ramsden : Ueber die Abscheidung fester Stoffe an der Oberfläche von Lösugen und Suspensionen. *Proc. Roy. Soc.*, t. LXXII, 1903, p. 156. *Zeitsch. f. physik. Chem.*, t. XLVII, 1904, p. 336.

[1] Zawidski : Ueber Saponinschaum. *Zeit. f. phys. Chem.*, t. XLII, 1903, p. 612.

3. *Colloïdes.* — En ce qui concerne les solutions colloïdales, Ramsden a pu mettre directement en évidence l'accumulation du colloïde à la surface : elle a, en effet, quelquefois pour résultat d'amener une transformation irréversible du colloïde, par exemple sa coagulation. Il en résulte l'apparition soit d'une pellicule solide (pellicule du lait, se formant à froid, même en évitant toute évaporation), soit de grains aux nœuds du réseau des bulles. Ces pellicules peuvent être quelquefois extrêmement fines. Ramsden démontre leur existence en posant une aiguille aimantée sur la surface d'une solution colloïdale contenue dans un vase qu'il fait flotter sur l'eau : le vase tourne tout entier à l'approche d'un aimant.

Lorsque une solution contient deux corps différents, la mousse qu'on y produit contient une plus grande proportion de celui des deux corps qui diminue le plus l'énergie capillaire du solvant. Par exemple, on trouve :

Saponine > Ovalbumine.
Sels biliaires > Saponine.
Ovalbumine > Carnine.

Le même phénomène se produit à la surface de séparation de deux liquides différents non miscibles, tels que chloroforme et eau, éther et eau, etc., étudiés par Ramsden, et pour lesquels on trouve beaucoup d'exemples dans les travaux de Quincke [1]. Ce dernier a porté son attention surtout sur les formes extérieures que présentent les différents précipités qui se séparent à la surface de contact des deux liquides.

Nous voyons donc, en résumé, que la séparation des colloïdes et du solvant par les moyens mécaniques, bien que parfois plus facile que celle des cristalloïdes, se produit pourtant dans les mêmes conditions. Elle dépend, dans les deux cas, de l' « accumulation à la surface libre ».

§ 2. — Diffusion et osmose des solutions colloïdales. Pression osmotique des solutions colloïdales.

1. *Diffusion.* — Graham, nous l'avons vu, avait observé l'extrême lenteur avec laquelle diffusent certaines substances qu'il a appelées colloïdes. Lorsqu'on verse avec précaution de l'eau pure au-dessus d'une solution, et qu'on détermine le temps que met une même quantité de corps dissous à diffuser dans l'eau extérieure, on trouve des durées très inégales. Les valeurs relatives sont égales :

Pour l'acide chlorhydrique	à 1
— le chlorure de sodium	2.33
— le sucre.	7
Pour le sulfate de magnésium. . .	à 7
— l'albumine.	49
— le caramel.	98

Graham a trouvé, de même, que le tanin, la gomme arabique diffusent très lentement, et l'on a, depuis, étendu cette observation à un grand nombre d'autres colloïdes. Mais les données qu'on a ainsi amassées ne sont que qualitatives. Il n'a pas été fait de mesures quantitatives de vitesses de diffusion des colloïdes, malgré l'intérêt que présenterait le sujet, car il semble qu'il existe des différences considérables d'un colloïde à l'autre. Par exemple, Linder et Picton ont préparé quatre formes différentes de solution colloïdale de sulfure d'arsenic, dont une seule (α) présente des grains visibles au microscope. Des trois autres formes, dont les grains ne sont pas visibles, même aux plus forts grossissements, β, comme α, ne diffuse absolument pas; γ diffuse un peu, mais ne peut pas être filtré à travers une bougie poreuse; enfin δ diffuse plus vite et peut être filtré. On peut donc établir une gradation des colloïdes, en ce qui concerne leur vitesse de diffusion. Mais il ne faudrait pas vouloir en déduire une mesure de la grandeur des complexes moléculaires dont sont formés les colloïdes.

2. *Dialyse.* — C'est encore Graham qui a montré le premier que les colloïdes ne peuvent pas traverser les membranes animales (de parchemin, de vessie, de gélatine). Ces deux dernières sont formées de colloïdes, d'où ce résultat général déduit par Graham : les colloïdes ne peuvent pas traverser les membranes formées d'autres colloïdes. Au contraire, ces mêmes membranes ne s'opposent pas au passage des cristalloïdes; c'est ce qu'ont montré Graham, Detlefsen, Chabry, Verschafelt, Galeotti, etc.

Cette proposition est pourtant trop absolue. Certains colloïdes peuvent dialyser, bien qu'à la vérité très lentement. Le sulfure d'arsenic δ de Linder et Picton [1] dialyse; de même, Bruni et Padoa [2] ont trouvé que, si la silice, l'hydrate de fer, l'hydrate de chrome, le bleu de Prusse, l'ovalbumine, ne traversent pas les membranes, au contraire la dextrine et l'acide molybdique diffusent lentement. Rappelons enfin que certains ferments solubles, qui forment, comme l'on sait, des solutions colloïdales, peuvent dialyser à travers les membranes de parchemin, ainsi qu'Arthus [3] l'a montré pour l'invertine.

3. *Osmose.* — Si la plupart des colloïdes ne

[1] QUINCKE : Grand nombre de Mémoires dans les *Annalen der Physik* de 1898 à 1904.

[1] LINDER et PICTON : *Chem. News*, 1892, t. LXV.
[2] BRUNI et PADOA : *Gaz. chim. ital.*, 1900, t. XXXI.
[3] ARTHUS : *Arch. de Physiologie*, 1898.

traversent pas les membranes, quels effets osmotiques peuvent-ils exercer? Lorsqu'on verse une solution colloïdale dans un osmomètre, son niveau reste-t-il constant, ou change-t-il?

Pfeffer[1], qui a étudié la pression osmotique des solutions de gomme arabique, a trouvé que cette pression est environ dix fois plus faible que celle d'une solution de saccharose de la même concentration. Par exemple (page 81), il donne comme pression osmotique :

Pour le saccharose à 1 °/₀	33,3	cm. Hg
— à 6 —	307,5	—
Pour la gomme arabique à 1 °/₀. .	7,1	—
— — à 6 —. .	27,5	—
— — à 18 —. .	120,0	—

Il nous paraît indispensable de faire remarquer que des impuretés, représentées par un poids de chlorure de sodium 100 fois plus faible que le poids de la gomme arabique, suffiraient pour faire naître une pression osmotique aussi forte que la précédente. On sait, d'autre part, qu'il est très difficile — sinon impossible — de débarrasser complètement les colloïdes des sels qu'ils retiennent par absorption, et l'on n'est pas renseigné sur la liaison osmotique que les sels adsorbés conservent avec l'eau. De telle sorte qu'on ne peut faire servir les pressions osmotiques ainsi mesurées à la détermination des poids moléculaires des colloïdes.

Par exemple, Rodewald et Kattein[2] (p. 586) ont mesuré avec un très grand soin la pression osmotique de l'iodure d'amidon purifié par précipitation, redissolution et dialyse prolongée. La teneur en amidon des solutions employées par les auteurs était en moyenne de 3 grammes °/₀. Elles contenaient jusqu'à 1 décigramme de chlorure de sodium pour 100 centimètres cubes. Pour éviter les effets osmotiques dus à ce chlorure de sodium, les auteurs écrivent (p. 187) qu'on doit employer des osmomètres munis d'une membrane perméable à NaCl. Ils utilisent des membranes de collodion desséché ou de parchemin. Des expériences préliminaires leur ont montré qu'en plaçant dans l'osmomètre une solution de chlorure de sodium à 0,1 °/₀, et au dehors de l'eau distillée, le niveau du liquide dans le tube de l'osmomètre s'élève de 70 à 100 millimètres quand on emploie des membranes de collodion, et de 300 à 400 millimètres quand la membrane est de parchemin. Mais, après deux ou trois jours, le niveau baisse de plus en plus et revient au zéro après quatorze jours. En plaçant une solution d'iodure d'amidon dans l'osmomètre, les auteurs observent qu'après quatre mois un tiers d'expériences, le niveau reste bien constant. Ils trouvent le résultat que voici :

	MEMBRANE de collodion	PARCHEMIN
Concentration	2,914 °/₀	3,341 °/₀
Hauteur du niveau. . . .	176mm,4 d'eau.	217mm,5 d'eau.
Poids moléculaire calculé.	39.680	33.740

Ces valeurs du poids moléculaire ne peuvent être considérées comme ayant la même signification que celles qu'on trouve par la même méthode pour les cristalloïdes. Les auteurs remarquent qu'on ne peut séparer complètement par dialyse le chlorure de sodium de l'amidon, et les membranes ne peuvent laisser passer ce chlorure de sodium adsorbé.

Les nombres qu'on obtient en appliquant la méthode osmotique à la mesure des poids moléculaires des colloïdes sont donc illusoires. On peut le montrer directement par l'étude des savons. On trouve pour eux, par cette méthode, des chiffres 60 fois plus grands que les chiffres théoriques. (Exp. de Krafft, Moore et Parker, etc.)

§ 3. — Séparation du solvant sous forme de vapeur. Tension de vapeur des solutions colloïdales.

Il nous faudra, dans ce chapitre, étudier séparément les solutions colloïdales qui contiennent une grande quantité d'eau, qui sont liquides, et celles qui sont pauvres en eau, qui se présentent sous forme de gelées.

1. *Solutions colloïdales riches en eau.* — La tension de vapeur de ces solutions est égale à celle de l'eau pure, et leur point d'ébullition est le même que celui du solvant. Les différences observées sont si petites qu'elles peuvent être dues, soit à la présence d'impuretés, soit à d'autres causes d'erreur.

Ainsi Tammann[1] a déterminé la tension de vapeur de solutions de gélatine et de gomme, au voisinage de 100°. Il trouve les abaissements suivants :

CONCENTRATION	ABAISSEMENT de la tension de vapeur F — F'
9,16 gélatine °/₀	1,0 millim.
29,16 —	2,7 —
24,54 gomme arabique °/₀	1,3 —
46,14 —	2,7 —

Etant donné que la tension de vapeur de l'eau était égale à 750 millimètres, ces abaissements sont trop faibles pour qu'on puisse s'en servir pour des mesures de poids moléculaire. Küster a fait des mesures ébullioscopiques sur des solutions

[1] Pfeffer : Osmotische Untersuchungen, 1877.
[2] Rodewald et Kattein : *Zeitsch. f. phys. Chem.*, 1898.

[1] G. Tammann : Die Dampftensionen der Lösungen. *Mémoires de l'Acad. de Saint-Pétersbourg*, 1887, n° 9, p. 140.

d'amylodextrine extrêmement pures préparées par Arthur Meyer[1]. Une solution contenant 2 gr. 2065 pour 25 grammes d'eau ne donnait aucune élévation appréciable du point d'ébullition. Et, de même, une solution contenant 6 gr. 487 d'amylodextrine pour 30 centimètres cubes avait un point d'ébullition égal à celui de l'eau à $\frac{1}{1000}$ de degré près[2].

Rodewald[3] a fait des mesures très précises de tensions de vapeur des solutions d'amidon; elles ont donné des résultats analogues.

2. *Emulsions et mélanges de deux liquides.* — Si nous cherchons quels systèmes nous devons rapprocher des solutions colloïdales riches en eau, comme n'abaissant pas plus qu'elles la tension de vapeur du dissolvant, nous trouvons, d'une part, les émulsions, et, d'autre part, les mélanges de deux liquides au voisinage de la zone critique. On sait que, pour séparer l'eau d'une émulsion ou d'une suspension fine, il faut dépenser la même quantité d'énergie que pour séparer la vapeur d'eau de l'eau pure. Ceci n'est vrai, bien entendu : 1° que lorsque le corps qui se trouve en émulsion est insoluble dans l'eau; 2° lorsque la quantité d'eau est très grande par rapport au corps émulsionné.

D'autre part, Konovalow[4] a montré que, dans la zone critique, les mélanges de deux liquides ont une tension de vapeur constante. Or, nous avons vu que c'est aussi dans cette zone que ces mélanges présentent le phénomène Tyndall. Voici, avec quelques détails, les expériences faites par Konovalow sur le mélange amylène + aniline :

1° Si, pendant l'expérience, on se maintient à la température de 14°,1, lorsqu'on additionne l'amylène de quantités croissantes d'aniline, on voit qu'à partir d'une concentration égale à 40 mol. d'aniline pour 100 mol. du mélange, ce dernier se partage en deux phases liquides. Cette séparation en deux phases continue jusqu'à une teneur en aniline égale à 54 mol. A partir de ce moment, le mélange redevient monophasique. Au-dessous de 40 mol. et au-dessus de 54, il est opalescent. Les tensions de vapeur d'amylène de ces différents mélanges sont les suivantes :

CONCENTRATION D'ANILINE en mol. pour 100 mol. de la solution à 14°,1		TENSION DE VAPEUR de l'amylène
00,0	Monophasique.	331,0 millim.
7.[illegible]	—	315,0 —
20,0	—	308,3
2[illegible],3	—	303,0 —
31,0	—	303,2 —
42,2	Diphasique.	301,8 —
7[illegible],5	—	302,0 —
50,7	—	302,6 —
59,8	Monophasique.	303,1 —
65,3	—	301,0 —
75,0	—	291,6 —
80,0	—	273,0 —

On voit que, depuis la concentration 25 jusqu'à la concentration 65, la tension de vapeur reste constante. Le mélange présente, dans les concentrations moyennes de cette zone, deux phases. Mais si l'on opère à 18°,1, on n'observe plus, dans cette zone, l'apparition de deux phases. Le liquide présente seulement des opalescences d'intensité variable suivant la concentration. Or, à cette température, la tension de vapeur d'amylène varie seulement de 354^{mm},9 à 351 millimètres, lorsque la teneur du mélange en aniline varie de 24 à 49.

Ainsi, dans la zone critique, il faut très peu d'énergie pour séparer des mélanges opalescents une grande quantité d'amylène, sous forme de vapeur. Le rapprochement avec les solutions colloïdales est évident.

3. *Solutions colloïdales pauvres en eau.* — Ce sont des pâtes, des colles, des empois, des gelées, qui sont d'autant plus consistantes que la quantité d'eau y est plus faible.

La tension de vapeur des solutions de ce genre a été étudiée avec beaucoup de soin par van Bemmelen. Il a opéré sur l'alumine, les acides stannique et métastannique, les oxydes de fer, chrome, alumine, titane, étain, etc. Prenons comme exemple d'une de ces études celle qu'il a faite sur la silice.

On prépare la silice colloïdale en versant une quantité déterminée d'HCl dilué dans un volume donné d'une solution de silicate de potassium. La gelée formée est ensuite lavée jusqu'à disparition de la réaction du chlore. Ainsi lavée, réduite en grumeaux et égouttée, elle contient de 50 à 100 mol. H^2O pour 1 mol. SiO^2. On la place dans un exsiccateur contenant de l'acide sulfurique titré; on laisse s'établir l'équilibre à l'obscurité, à 15°, ce qui demande parfois un temps très long (plusieurs mois). On dose la quantité d'eau de la silice. Puis on la place dans un second exsiccateur contenant de l'acide sulfurique un peu plus concentré, donc dans une atmosphère un peu moins riche en vapeur d'eau, et, après que l'équilibre s'est établi, on cherche la teneur en eau de la silice en équilibre

[1] Arthur Meyer : Untersuchungen uber die Stärkekörner. G. Fischer, Iena, 1895, p. 34.

[2] Lintner et Dull : Uber den Abbau der Stärke unter dem Einfluss der Diastasewirkung. *Ber d. d. ch. Gesell*, 1893, 2[illegible]3.

[3] Rodewald : Thermodynamik der Quellung mit specieller Anwendung auf die Stärke und deren Moleculargewichtsbestimmung. *Z. phys. Chem.*, t. XXIV, p. 1897, p. 193-218.

[4] Konovalow : Das kritische Gebiet der Lösungen und die Erscheinung der Opalescenz. *Annalen der Physik*, 1903, t. X, p. 360-392; t. XII.

à cette nouvelle tension de vapeur. En allant ainsi de proche en proche, van Bemmelen[1] arrive à construire une courbe de tension de vapeur de la silice quand la teneur en eau va en décroissant.

L'examen des résultats montre ceci : 1° La tension de vapeur de la silice diminue d'une façon régulière et bien continue pendant la plus grande partie de l'expérience, lorsqu'on déshydrate depuis 50 mol. H^2O jusqu'à environ 3 mol. H^2O pour 1 mol. SiO^2. Pendant tout ce temps, la silice conserve son aspect primitif ;

2° A partir de ce moment, la tension de vapeur demeure presque constante pour des teneurs en eau variant de 3 à 1,5 et 1 mol. H^2O pour 1 mol. SiO^2. A cette partie horizontale de la courbe de tension de vapeur correspond un changement très net de l'aspect de la silice. De transparente, elle devient d'abord opalescente, puis blanche comme de la craie ;

3° Si l'on poursuit la déshydratation, on voit que la silice redevient opalescente, puis vitreuse. Pendant ce temps, la tension de vapeur diminue rapidement. Mais la déshydratation n'est jamais totale. A température ordinaire, le colloïde, placé dans une atmosphère sèche, conserve toujours de l'eau, même après six ans d'assèchement.

Les limites numériques de ces différents changements varient d'ailleurs beaucoup suivant l'âge, le mode de préparation, la vitesse de déshydratation de la silice.

On voit qu'à température fixe, et pour une silice donnée : 1° à toute tension de vapeur, aussi faible soit-elle, correspond un certain état d'équilibre entre la vapeur et la solution colloïdale ; 2° quelque petite que soit la tension de vapeur, le colloïde contient toujours une certaine quantité d'eau, qui ne s'annule pas, même quand la tension de vapeur est égale à zéro.

4. *Comparaison avec les solutions vraies et les émulsions.* — Comparons ces phénomènes avec ceux que présentent les solutions vraies, les corps susceptibles de former des hydrates définis, et enfin les émulsions.

1° Si l'on place une solution d'un corps défini, qui ne donne pas d'hydrates, par exemple de chlorure de sodium, dans une atmosphère close contenant de la vapeur d'eau à une tension déterminée, il s'établit un équilibre. La solution s'évapore si sa tension de vapeur est plus forte que celle de l'atmosphère ; dans le cas contraire, de la vapeur d'eau se condense. La tension de vapeur de la solution diminuera d'une manière régulière et bien continue au fur et à mesure que la solution se concentre. En cela, la solution colloïdale se comporte comme une solution vraie. Mais examinons le moment où la solution de chlorure de sodium est saturée, et où elle contient des cristaux de sel à l'état solide. A la température de $t°$, elle a une tension de vapeur de a millimètres. Si on place, à même température, cette solution dans un vase clos contenant de l'air sec, une partie de la solution s'évaporera, une partie du sel se précipitera, et l'équilibre ne s'établira que lorsque la tension de vapeur dans l'atmosphère de la cloche aura atteint la même valeur de a millimètres. Il en sera ainsi tant que la quantité d'eau de la solution sera suffisante pour remplir la cloche d'une vapeur ayant cette tension limite. Si elle n'est plus suffisante (soit qu'on agrandisse le volume du vase, soit qu'on renouvelle l'air, soit qu'on absorbe la vapeur par l'acide sulfurique), toute l'eau de la solution s'évaporera et une différence de 1 millimètre aura pour effet d'amener la formation du sel anhydre. Nous avons vu que ce fait ne se produit pas pour le colloïde, qui retient toujours de l'eau.

2° Examinons maintenant le cas des corps capables de donner des hydrates, par exemple du sulfate de cuivre (v. Frowein[1]), qui peut donner les composés suivants $SO^4Cu.5H^2O$, $SO^4Cu.3H^2O$, $SO^4Cu.H^2O$, SO^4Cu. Lorsque, dans un vase clos, on place du sulfate de cuivre à l'état solide, on voit que la tension de vapeur dans ce vase sera, à une température donnée, égale soit à 47 millimètres, soit à 30 millimètres, soit à $4^{mm},4$, soit à une valeur inférieure à $4^{m},4$. Au-dessus de 4 millimètres, elle ne pourra prendre que l'une de ces trois valeurs, et aucune autre. La valeur de 47 millimètres correspond à la tension de vapeur de l'hydrate à $5H^2O$, 30 millimètres à celui à $3H^2O$, $4^{mm},4$ à $SO^4Cu.H^2O$. Si l'on dessèche petit à petit le sulfate à $5H^2O$ dans un vase clos, et qu'on note parallèlement les valeurs successives de la tension de vapeur d'une part, et la quantité d'eau contenue dans le sel d'autre part, on voit que la quantité d'eau diminue régulièrement ; mais la tension de vapeur reste d'abord égale à 47 millimètres, puis elle change brusquement et tombe à 30 millimètres. Puis elle reste fixe pendant un certain temps et tombe, brusquement encore, à $4^{mm},4$. Ces changements brusques coïncident avec l'apparition des hydrates définis à 3 et 1 mol. d'eau. Nous avons vu que, au cours de la déshydratation des solutions colloïdales, il n'y a point de ces chutes brusques de la tension de vapeur. Considérons maintenant le cas du sel à 1 molécule d'eau. Si la tension de vapeur est inférieure à $4^{mm},4$, il se forme du sel anhydre.

[1] Van Bemmelen : Die Absorpsion. *Zeitsch. f. Anorg. Chem.*, t. XIII, 1896, p. 233-356 ; t. XVIII, 1898, p. 14-36 et 98-146 ; t. XX, 1899, p. 185-211.

[1] Frowein : *Zeitsch. f. physik. Chem.*, t. XIV.

C'est ce qui ne se produit pas pour la solution colloïdale.

3° Enfin, rappelons que, dans le cas des mélanges de liquides non miscibles en toute proportion (aniline + amylène), la tension de vapeur diminue d'abord graduellement, puis apparaît une opalescence, et la tension de vapeur reste fixe; enfin, le milieu redevient transparent, et la tension de vapeur diminue à mesure que la proportion de l'amylène diminue.

En résumé, lorsqu'on sépare, sous forme de vapeur, le solvant de la solution colloïdale, celle-ci ne se comporte jamais comme un hydrate. Sa tension de vapeur diminue graduellement comme celle d'une solution vraie, ou d'un mélange de deux liquides non miscibles en toute proportion. Dans le cas des solutions colloïdales pauvres en eau, lorsqu'on pousse le dessèchement assez loin, on observe à un moment donné, en même temps que l'aspect change, que la tension de vapeur demeure constante. C'est ce qu'on observe aussi pour les mélanges de liquides. Mais, si l'on pousse plus loin encore le dessèchement, on n'arrive jamais à séparer complètement le solvant. Ajoutons que le colloïde présente dans ce cas des modifications irréversibles, bien étudiées par van Bemmelen, et que ne présentent point les autres systèmes auxquels nous l'avons comparé.

§ 4. — Séparation du solvant à l'état solide. Cryoscopie des solutions colloïdales.

La tension de vapeur de l'eau ne change pas par l'addition d'un corps à l'état colloïdal. De même, la température à laquelle l'eau se congèle n'est point modifiée de façon appréciable.

Un grand nombre d'auteurs ont pensé trouver dans la cryoscopie des solutions colloïdales une mesure du poids moléculaire des colloïdes. Or, les abaissements du point du congélation qu'on obtient en ajoutant à l'eau pure des colloïdes organiques ou inorganiques sont toujours extrêmement faibles, de l'ordre du $\frac{1}{100}$ de degré. Aussi, le même doute subsiste-il, quant à la cause de ces abaissements, que celui que nous ont inspiré les mesures de tension osmotique des solutions colloïdales : il est impossible de débarrasser les colloïdes des impuretés, et notamment des sels adsorbés; et l'on sait que 15 milligrammes de chlorure de sodium dans 100 centimètres cubes d'eau suffisent à déterminer un abaissement du point de congélation de $\frac{1}{100}$ de degré.

Examinons de près quelques-uns des résultats des différents auteurs. Sabanejew et Alexandrow [1], par exemple, qui se sont beaucoup occupés de la question, trouvent les valeurs suivantes pour l'albumine d'œuf dialysée :

QUANTITÉ D'ALBUMINE pour 100 gr. d'eau	ABAISSEMENTS observés	POIDS des cendres
14,5 grammes.	0°020	0,57 gramme.
15,6 —	0°020	0,30 —
23,2 —	0°028	0,66 —
26,1 —	0°037	0,66 —
30,4 —	0°041	0,41 —
44,5 —	0°060	0,66 —

On voit que le poids des cendres, qui contenaient du calcium et de l'acide phosphorique, est trop considérable pour que l'on puisse tirer de ces chiffres une conclusion quelconque sur la cause des abaissements. Il faut, en effet, se rappeler qu'une petite quantité de sel ne produit pas le même abaissement de congélation si on le dissout dans l'eau ou dans une solution colloïdale très riche en colloïde.

La présence de 0 gr. 57 de cendres dans une solution contenant 14 gr. 5 % d'albumine produit un abaissement moindre que la présence de la même quantité de cendres dans une solution contenant trois fois plus d'albumine (Fredericq).

On peut adresser la même critique aux expériences de Brown et Morris, de Litner et de Paterno, de Bruni, de Nasini, Rodewald, etc., qui ont cherché les abaissements cryoscopiques des solutions de gomme arabique, de tanin, de glycogène, d'amidon, dextrine, inuline, silice, hydrate ferrique, bleu de Prusse, gélatine, etc.

On trouve, dans tous ces cas, que, si la solution contient peu de colloïde (environ 1 à 2 %), l'abaissement du point de congélation est inappréciable. Il faut donc employer des solutions plus concentrées. Mais alors l'influence des impuretés devient considérable, et il est impossible de déterminer par le calcul quel serait l'abaissement produit par les impuretés seules.

Ajoutons qu'alors même que les nombres trouvés dans les expériences précédentes ne donneraient lieu à aucune critique, il n'en resterait pas moins qu'on n'a pas le droit de les faire servir, comme le font la plupart des auteurs, à des calculs de poids moléculaire des colloïdes. C'est supposer, en effet, implicitement que les solutions colloïdales se comportent comme des solutions vraies de cristalloïdes. Or c'est là une affirmation arbitraire, que contredisent la plupart de leurs propriétés. La base même du calcul est donc inexacte.

Il nous paraît donc superflu de chercher à mesurer les poids moléculaires des corps en solution colloïdale par la méthode cryoscopique. De

[1] SABANEJEW et ALEXANDROW : Sur le poids moléculaire de l'albumine. *Journ. Soc. physic. chim. Russe*, 1891, p. 7-19. — SABANEJEW : Étude cryoscopique de quelques colloïdes. *Journ. Soc. physic. chim. Russe*, 1890, p. 102-107; 1889, p. 515-525.

toutes les recherches sur le point de congélation des solutions colloïdales, nous n'avons à retenir que ce fait général : De même que dans le cas des suspensions et des émulsions, la séparation du « solvant » à l'état solide se fait dans une solution colloïdale, à la même température que dans le solvant pur.

§ 5. — Séparation des colloïdes et du solvant dans un champ électrique.

1. *Transport électrique des solutions colloïdales.* — Picton et Linder ont remarqué, en 1892, que si l'on place une solution colloïdale dans un tube fermé à travers les extrémités duquel passent deux électrodes en platine qui plongent dans la solution, et si l'on établit entre ces deux électrodes une différence de potentiel, il se produit autour de l'une d'elles une zone claire, qui s'agrandit de plus en plus; au contraire, autour de l'autre électrode, la coloration augmente, s'assombrit, et, à partir d'un certain moment, le colloïde se précipite sur elle. — Si l'on renverse le courant, le phénomène se produit dans le sens opposé. Ce « transport électrique » des colloïdes a été observé par un grand nombre d'auteurs. Tous les colloïdes connus le présentent, avec une intensité plus ou moins forte.

Pour l'observer pratiquement, il est commode de placer la solution colloïdale dans un tube en U, dans les branches duquel plongent de petites électrodes constituées par un fil de platine. Il n'est d'ailleurs pas nécessaire que les électrodes plongent dans la solution colloïdale elle-même; elles peuvent être placées dans un liquide moins dense, — dans de l'eau par exemple, — versé avec précaution au-dessus de la solution. Une différence de potentiel de 110 volts permet de voir, après 15 à 30 minutes, une zone claire s'étendant à 1 ou 2 centimètres au-dessous de l'une des électrodes.

Pour observer nettement le phénomène, il faut employer des solutions colloïdales aussi pures que possible, contenant peu d'électrolytes; sans cela, les produits de l'électrolyse ainsi que le dégagement des bulles introduisent des complications diverses.

L'étude attentive a montré que : 1° La vitesse de transport dépend de la différence de potentiel entre les électrodes; elle est indépendante de l'intensité du courant; 2° La quantité d'électricité transportée par le colloïde est inappréciable.

Parmi les différents colloïdes, un certain nombre se transportent vers l'anode, les autres vers la cathode. Tout se passe comme si, dans l'eau, le colloïde possédait une certaine charge électrique positive ou négative. On peut donc convenir de distinguer les différents colloïdes en positifs ou négatifs suivant leur « sens de transport ».

Colloïdes positifs.

Hydrate ferrique.	Hydroxyde de zircon.
— de cadmium.	Acide titanique coll.
— d'aluminium.	Oxyhémoglobine.
— de chrome.	Violet de méthyle.
— de cérium.	Bleu de méthyle.
— de thorium.	Rouge de Magdala.

Colloïdes négatifs.

Or.	Chlorures colloïdaux.
Argent.	Iodures —
Platine.	Bromures —
Palladium.	Ferrocyan. de Cu, Zn, Fe.
Iridium.	Bleu d'aniline.
Cadmium.	Indigo.
Sélénium.	Vert de méthylamine.
Tellure.	Fuchsine.
Soufre.	Aureosine.
Acide silicique.	Gélatine.
— stannique.	Albumine.
— molybdique.	Amidon.
— tungstique.	Dextrine.
— vanadique.	Glycogène.
Sulfures colloïdaux.	Gommes.

On voit que le nombre des colloïdes négatifs est bien plus considérable que celui des colloïdes positifs.

Le transport électrique des colloïdes a été étudié par Hardy. Cet auteur a recherché comment varie le sens du transport quand le colloïde change d'état, quand il se précipite. Il a observé que, lorsque l'hydrate ferrique colloïdal, qui est positif, est précipité par l'addition d'acide citrique à la concentration de $\frac{1}{4.000}$ normal, il donne des flocons, qui, eux, sont négatifs. Lorsqu'on précipite une solution colloïdale de mastic négative par l'addition de chlorure de baryum à $\frac{1}{600}$ N, le précipité cesse de se déplacer dans un champ électrique. Il est, dit Hardy, isoélectrique avec l'eau. La silice gélifiée, bien lavée à l'eau distillée et suspendue dans l'eau, ne se déplace pas dans le champ. Si l'on ajoute une trace d'alcali, elle devient nettement électro-négative. L'albumine d'œuf coagulée par la chaleur, lavée et réduite en poudre dans un mortier d'agate, ne se transporte pas dans un champ de 100 volts. L'addition à l'eau d'une trace de soude rend les petites particules d'albumine électro-négatives; l'addition d'une trace d'acide acétique les rend positives. Hardy conclut de ces faits que le colloïde, au moment où il est précipité, passe par un point isoélectrique. En effet, les colloïdes positifs donnent un précipité qui, lui, est négatif; le changement étant continu, le colloïde doit passer par un point isoélectrique. Mais il convient de faire remarquer que certaines observations de Hardy portent sur le colloïde à deux états différents : d'abord en solution colloïdale, puis à l'état de précipité; d'autres sur le colloïde seulement à l'état

de particule, de précipité (albumine, silice). On ne peut donc savoir si la précipitation coïncide exactement avec le point isoélectrique. Il ne faudrait pas non plus conclure de ces expériences qu'on peut renverser le sens de transport du colloïde par l'addition d'électrolytes, puisque ce renversement n'a lieu qu'au prix de la précipitation de la solution colloïdale.

2. *Transport électrique des poudres. Cataphorèse.* — Il semble qu'il faille plutôt rapprocher les phénomènes étudiés par Hardy de celui qu'a observé autrefois Porret, et auquel on a donné le nom d'osmose électrique, de cataphorèse. Lorsqu'on place entre deux électrodes un liquide contenant une poudre fine en suspension ou une émulsion, on observe souvent le transport de la poudre vers l'une des électrodes. Inversement, si l'on rend la poudre fixe, ou si on la remplace par un diaphragme de terre poreuse, c'est l'eau qui se transporte à travers le diaphragme d'une électrode vers l'autre. Le phénomène a été bien étudié par Quincke, Coehn, etc. Wiedemann a trouvé que la vitesse de transport dépend de la différence de potentiel entre les électrodes et non de l'intensité du courant. Perrin[1] a repris récemment l'étude systématique de la cataphorèse. Il a tout d'abord fait voir qu'elle n'a lieu que lorsque les poudres sont mises en suspension dans un liquide à grand pouvoir inducteur spécifique, dans un liquide bon ionisant tel que l'eau, le nitrobenzène, ou moins bien les alcools méthylique, éthylique, amylique, l'acétate d'éthyle. Elle n'a pas lieu dans la benzine, la térébenthine, l'éther même saturé d'eau. Puis il a montré que, si l'on ajoute au liquide un électrolyte capable de se dissocier en ses ions, ces ions ont sur le sens du transport une influence considérable. Ainsi les poudres de chlorure de chrome, d'oxyde de cobalt, d'oxyde de zinc, de sulfure de zinc sont positives dans l'eau, plus fortement positives dans l'eau acidulée, négatives dans l'eau basique. La poudre d'oxyde de nickel est positive dans l'eau acide, négative dans l'eau neutre, plus fortement négative dans l'eau basique. Les poudres d'oxyde de Cu et de carbonate de Zn sont neutres dans l'eau, positives dans l'eau acide, négatives dans l'eau basique.

Il suffit, d'ailleurs, pour produire cet effet, d'une addition minime d'électrolyte (1 molécule-gramme pour 10^5 litres), et une concentration beaucoup plus forte n'augmente pas beaucoup l'action. Ce ne sont pas seulement les ions H^+ et OH^- des acides et des bases qui agissent. Les ions positifs Na, K, Li, AzH^4, les ions négatifs Br, S, AzO^3, ClO^3, CH^3CO^2, CH^2ClO^2, etc., produisent les mêmes effets. — Les ions les plus actifs sont H^+, Ag^+ et OH^-. Enfin, il est à remarquer que les ions bivalents agissent plus que les ions monovalents, les ions trivalents plus que les bivalents, sans que l'action soit d'ailleurs proportionnelle à la valence.

Ainsi nous voyons que, comme les colloïdes, les poudres se transportent d'une électrode à l'autre dans un champ électrique. Mais, tandis que l'addition au solvant d'électrolytes dissociés en leurs ions a pour effet de changer le sens de transport des suspensions et des émulsions, ce phénomène ne peut jamais s'observer sur les solutions colloïdales, que l'addition des mêmes électrolytes a d'abord pour effet de précipiter.

§ 6. — Séparation des solutions colloïdales sous l'action de la lumière et des radiations.

Quincke[1] a remarqué que certains colloïdes ont une tendance à se précipiter dans des vases sur la paroi exposée à la lumière, d'autres sur la paroi qui est la moins éclairée; il existe donc dans quelques cas une phototropie positive ou négative. Mais ce phénomène n'est pas encore étudié systématiquement.

L'influence des radiations du radium sur les colloïdes a été étudiée par Hardy[2] et par nous[3]. Lorsqu'on soumet des solutions colloïdales facilement précipitables à l'action des radiations β du radium, on remarque que les colloïdes positifs, tels que l'hydrate ferrique et le rouge de magdala, sont précipités ; au contraire, les colloïdes négatifs restent intacts.

Nous venons de voir que : un travail mécanique faible permet de réaliser la séparation du colloïde et du solvant; la pression osmotique exercée par la solution est nulle; l'abaissement de la tension de vapeur et celui du point de congélation sont inappréciables. Un courant électrique d'une intensité extrêmement faible et l'action des radiations β suffisent à assurer la séparation[4].

Nous pouvons donc résumer les résultats exposés dans ce chapitre par la proposition suivante : *L'énergie de liaison entre les particules colloïdales et le solvant est très faible.*

Dans un deuxième article, nous étudierons les affinités des colloïdes et les propriétés des précipités colloïdaux.

Victor Henri,
Docteur ès Sciences,
Préparateur à la Sorbonne.

André Mayer,
Docteur en médecine
Licencié ès Sciences.

[1] PERRIN : *C. R.*, 1903, p. 1380-1442.

[1] QUINCKE : *Chem. News*, t. LXXXIV, 1901, p. 174.
[2] HARDY : *Journ. of Physiology*, 1903.
[3] V. HENRI et A. MAYER : *C.-R. Acad. d. Sciences*, 1904.
[4] Il faut remarquer que la liaison entre les particules et l'eau dont il vient d'être question ne concerne pas l'eau qui est contenue dans les particules, mais seulement le liquide intergranulaire.

LES TISSUS DE REMPLACEMENT

DEUXIÈME PARTIE : L'HISTOGÉNÈSE[1]

L'étude des processus de l'histogénèse est toujours des plus délicates : non seulement les origines sont difficiles à saisir, mais elles sont, en outre, le plus souvent, associées à des phénomènes d'histolyse. Seule, la clarté de l'exposition exige qu'on sépare l'histogénèse de l'histolyse ; aussi bien toute classification ne peut être qu'arbitraire, car, malgré la variété des faits observés, toutes les transitions peuvent être rencontrées. Une division commode consistera à examiner successivement ce qui se passe dans les *métamorphoses*, dans le *bourgeonnement* et dans la *régénération*.

Les *métamorphoses* peuvent comprendre les changements que subit un être sans qu'il cesse de constituer, au sens vulgaire du mot, un seul et même individu. Dans le *bourgeonnement* apparaissent un ou plusieurs individus nouveaux (ou mérides fonctionnant comme tels), et cela par néoformation sur un individu parent. La *régénération* est une rédintégration après traumatisme.

I. — Métamorphoses.

La rénovation constante dont la plupart des tissus sont le siège peut être considérée, en quelque mesure, comme une métamorphose permanente. Elle se produit, chez les Vertébrés notamment, pour le tissu sanguin, pour la couche profonde de l'épiderme. Cette simple continuation des phénomènes de croissance est déjà accompagnée d'une histolyse appréciable, et réalisée par des moyens fort divers (desquammation de l'épiderme, destruction des vieilles hématies, résorption de cellules âgées par les tissus eux-mêmes).

Si cette croissance et ce remplacement ne sont pas continus, le terme de métamorphose sera mieux applicable. Dans ce cas rentre la maturation sexuelle en général (apparition des caractères sexuels secondaires) ; comme exemples plus particuliers, on peut citer la formation des tubes de Malpighi chez certains Insectes holométaboles, ou encore l'accroissement définitif du système nerveux de l'imago[2]. Les tubes excréteurs naissent de la prolifération de l'épithélium rectal, lui-même en voie de rénovation ; leur formation, par évagination de la paroi du tube digestif postérieur, est indépendante des organes larvaires correspondants qui rentrent en histolyse. Comme cela a lieu pour tous les tissus imaginaux, leur structure histologique est plus fine, les dimensions de leurs cellules sont beaucoup plus réduites que celles des éléments larvaires. Cette métamorphose comprend, dans ce cas, une histolyse totale et une néomorphose indépendante, bien que rattachée au même tissu.

Quant au système nerveux de ces Insectes, il est, chez la nymphe, le siège de l'activité caryocinétique des cellules qui s'accroissent en nombre et en volume, sans qu'il y ait aucunement histolyse.

Les tissus secondaires, chez les Végétaux, pourraient être rapprochés de ces néoformations par poussées successives ; il y a reprise de l'activité de prolifération d'éléments restés suffisamment embryonnaires ; ces faits sont évidemment du même ordre que les métamorphoses citées plus haut, mais ils sont sous la dépendance plus immédiate des influences extérieures (climats, saisons).

On dira, plus exactement encore, qu'il y a métamorphose lorsque le tissu de remplacement se forme à la place même du tissu disparu dans l'histolyse.

Nous prendrons des exemples chez les Insectes, puis chez les Vertébrés ; cela suffira à nous montrer que le tissu nouveau, suivant les cas, peut provenir de l'ancien, ou bien, au contraire, avoir une origine étrangère, parfois même assez lointaine.

§ 1. — Exemples de métamorphoses chez les Insectes.

1. *Histogénèse des trachées imaginales.* — L'appareil respiratoire des Insectes subit des modifications fort variables suivant les groupes considérés ; parfois il passe presque identique de la larve à l'imago : c'est ce qui arrive chez les amétaboles ou métaboles inférieurs. Le plus souvent, les changements de toute l'organisation retentissent sur les branches trachéennes. Les gros troncs trachéens subsistent assez généralement, non sans avoir augmenté de volume, par une recrudescence d'activité cinétique des cellules de leur paroi (Hyménoptères), et rejet de leur squelette chitineux spiralé devenu trop petit. Chez les Diptères très évolués (*Gastrophilus equi*), il existe des centres de régénération échelonnés sur les troncs longitudinaux larvaires[1] ; de plus, les troncs stigmatiques qui relient les troncs longitudinaux aux orifices respiratoires subissent

[1] Voir la première partie dans la *Revue générale des Sciences* du 15 novembre 1904, t. XV, p. 968 à 981.

[2] Voir l'article précédent, figure 8, p. 976.

[1] Br. Wahl : *Zeitschrift f. wiss. Zool.*, t. LXX, p. 171, 1901. C. Vaney : *Annales de l'Université de Lyon*, 1900.

une histolyse analogue à celle qui a été décrite dans le précédent article pour les glandes salivaires, mais sans intervention leucocytaire (au moins précoce); l'ancien épithélium perd sa lumière centrale; il est rejeté par la prolifération d'éléments embryonnaires situés dans leur paroi, et qui proviennent des disques imaginaux hypodermiques voisins: il n'y a pas dérivation des cellules embryonnaires des anciennes cellules larvaires.

Ainsi, dans les cas les plus complexes, lorsque l'histolyse est entremêlée à l'histogénèse, il peut arriver que le tissu de remplacement soit emprunté à un tissu fort différent; on peut, toutefois, remarquer que le mésoderme des disques a, lui aussi, en définitive, une origine ectodermique comme les trachées elles-mêmes.

Enfin, ce qui caractérise la métamorphose de l'appareil respiratoire, c'est, au début de la nymphose, une poussée centripète considérable de toutes les ramifications de l'arbre trachéen, qui s'enrichit de très nombreux capillaires trachéens : ce sont de simples tubes chitineux, élaborés par des cellules à protoplasme sombre ou cellules trachéales. Le tube se forme à l'intérieur même de la cellule; souvent il s'y bifurque. Dans sa continuité, il est formé par plusieurs de ces cellules trachéales successives qui occupent par rapport à lui une situation latérale ou terminale. Pour de plus grosses trachées, le tube chitineux se forme entre plusieurs cellules, qui en constituent la matrice, et se trouvent en absolue continuité avec la membrane cellulaire des troncs trachéens.

Quelle est l'origine de ces cellules trachéales ? Il semble bien, chez les Hyménoptères, qu'elles se rattachent directement à l'épithélium, c'est-à-dire à la matrice des troncs trachéens eux-mêmes. Pourtant, chez les Diptères, Vaney les fait dériver des cellules mésenchymateuses des disques imaginaux : quoi qu'il en soit, leur origine ectodermique semble bien certaine.

Ces éléments jouent un rôle considérable dans la métamorphose des muscles de l'intestin moyen.

2. *Tissu adipeux imaginal.* — Laissons de côté les cas où le tissu adipeux larvaire se maintient pendant toute la nymphose et persiste sans modification chez l'adulte (Tipulides, Culicides, etc.) [1].

Chez les Hyménoptères, il y a histolyse partielle et dégénérescence des cellules adipeuses; ce noyau subit des déformations variées, et, dans certains cas (Frelon), se multiplie par une sorte de bourgeonnement : les limites cellulaires disparaissent, de sorte que le tissu adipeux de l'imago, très réduit, a l'apparence d'une sorte de plasmode réticulé à petits noyaux épais.

A un degré plus élevé de complication (Diptères brachycères), le tissu larvaire disparaît complètement et est remplacé par un ensemble d'éléments de nouvelle formation. Il y a dégénérescence des cellules grasses larvaires, où pénètrent des leucocytes, mais sans englober de fragments tissulaires. Pendant ce temps, les Körnchenkugeln, c'est-à-dire les phagocytes qui ont contribué à l'histolyse musculaire, résorbent leurs inclusions et augmentent de volume; leur protoplasme, de réticulé, devient vacuolaire (fig. 1); ils se groupent et forment alors un tissu gras imaginal [1].

Il y a véritablement substitution de tissus, car, au moment de la métamorphose, tissu adipeux et leucocytes sont profondément différenciés. L'évolution du Körnchenkugel est un phénomène très spécial qui aboutit à une véritable métaplasie. Toutefois, il convient de se rappeler qu'à l'origine, dans l'embryon, tissu adipeux et leucocytes ont eu même provenance mésodermique et même apparence. Le remplacement est donc, dans ce cas, opéré aux dépens du même feuillet.

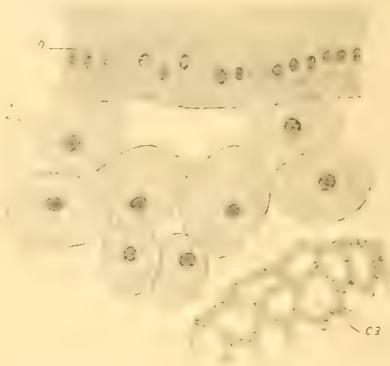


Fig. 1. — *Histogénèse du tissu adipeux imaginal chez le Gastrophilus equi.* — *ca*, cellules adipeuses larvaires en dégénérescence; *l*, leucocytes se transformant en tissu adipeux imaginal; *h*, hypoderme (d'après Vaney).

3. *Histogénèse du tissu musculaire.* — Comme pour le tissu adipeux, il est des cas où les éléments contractiles de la larve se conservent chez l'adulte, même sans changement notable (Diptères inférieurs).

Le plus souvent, il y a histolyse et remaniement de la fibre larvaire. Si cette histolyse est partielle,

[1] Henneguy : *C. R. Ac. Sc.*, 1900, p. 108.
Anglas : *Bull. Sc. de la France et de la Belgique*, t. XXXIV, 1900.

[1] Berlese fait dériver ce tissu des cellules musculaires larvaires; mais cette interprétation, contestée par Supino pour le *Calliphora*, est catégoriquement rejetée par Vaney pour le *Gastrophilus* : l'interprétation de ce dernier auteur est d'ailleurs conforme aux figures données par Henneguy dans son récent ouvrage sur les Insectes.

le tissu musculaire imaginal dérivera de l'élément larvaire correspondant; si elle est plus considérable, la régénération a lieu aux dépens du mésenchyme des disques imaginaux (Diptères).

Dans l'histolyse, les gros noyaux musculaires primitifs se fragmentent en caryolytes qui sont rejetés hors de la fibre ou qui restent alignés dans le sarcoplasme périphérique. La fibre elle même est réduite en volume; elle s'est fendue longitudinalement, ou même morcelée en tous sens. Robert S. Breed chez les Coléoptères [1], et Anglas chez les Hyménoptères [2], ont reconnu que, dès le début de cette histolyse, les tubes trachéens et leurs cellules trachéales pénètrent dans la fibre, et contribuent à sa dislocation. Les noyaux des cellules trachéales se multiplient activement; aussi l'aspect

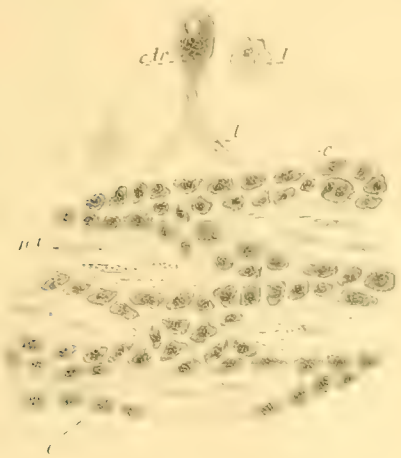


Fig. 2. — *Histogénèse des muscles imaginaux du thorax chez les Hyménoptères.* — *n. i.*, noyaux imaginaux; *c*, caryolytes (d'origine musculaire ou d'origine trachéale), qui vont dégénérer sur place, diminuer en nombre et disparaître à mesure que se constitue la fibre définitive; *c. tr.*, cellule trachéale; *l*, leucocyte. (D'après Anglas.)

de l'ancienne fibre larvaire est-il complexe et des plus difficiles à interpréter.

Dans des noyaux nombreux et méconnaissables, on a souvent décrit des leucocytes : il s'agit, en réalité, de noyaux de cellules trachéales et de restes de noyaux musculaires larvaires; leur distinction est, du reste, des plus difficiles et d'une interprétation délicate.

Quoi qu'il en soit, les fibres larvaires sont profondément remaniées : tantôt elles gardent leur direction primitive (muscles longitudinaux de l'abdomen, muscles de l'intestin); tantôt elles s'orientent dans une direction toute différente et forment un organe véritablement nouveau (puissants muscles thoraciques du vol).

Dans cet amas informe de débris de fibres et de caryolytes, lorsque l'orientation définitive réapparaît, on distingue les petits noyaux musculaires imaginaux (fig. 2). Il est vraisemblable qu'ils dérivent de certains noyaux larvaires; mais il serait difficile de prouver que les cellules trachéales, qui ont si intimement pénétré la fibre, ne jouent aucun rôle dans cette histogénèse. Certaines d'entre elles donnent les capillaires trachéens pour les muscles imaginaux; d'autres, séparées de l'appareil respiratoire, sont résorbées sur place comme les caryolytes dont on ne peut plus les distinguer; il n'est pas impossible que d'autres encore forment des noyaux musculaires imaginaux. (Cette description s'applique spécialement aux Hyménoptères.)

Et, si cette suppléance de muscles par des éléments ectodermiques paraît surprenante, il convient d'ajouter qu'elle ne fait pas de doute pour Vaney, qui, chez les Diptères, voit dériver les muscles thoraciques directement du mésenchyme des disques imaginaux.

Au surplus, pareille origine paraît indiscutable pour les groupes de muscles de nouvelle formation, qui apparaissent dans la région ventrale du thorax et de l'abdomen chez les Hyménoptères. Ils sont constitués par des ébauches ectodermiques détachées de la face profonde de l'hypoderme tégumentaire; ils correspondent donc au mésenchyme des disques imaginaux que l'on rencontre chez les Diptères, encore plus spécialisés.

Au milieu d'une variété surprenante de processus dont nous cherchons seulement à donner une vue d'ensemble, il se dégage ce fait que le tissu nouveau est parfois d'une origine différente de celui qu'il remplace.

4. *Histogénèse de l'intestin moyen.* — Cette portion du tube digestif subit une métamorphose beaucoup plus considérable que les deux régions extrêmes. Dès le commencement de la vie larvaire, peu après l'éclosion, mais à ce moment seulement, apparaissent, à la base du gros épithélium cubique de l'intestin moyen, de petites cellules qui s'intercalent entre les éléments larvaires, ou qui s'engagent dans la base même des cellules : ce sont les futurs éléments de remplacement qui, longtemps à l'avance (puisque la larve est encore fort petite et éloignée du moment de la nymphose), viennent occuper la place (fig. 3). Cette invasion est presque simultanée, ou tout au moins se produit-elle dans un laps de temps très restreint.

Après quelques divisions vite arrêtées, chaque cellule de remplacement devient un îlot de remplacement, encastré dans une sorte de crypte, où il reste au repos pendant toute la vie larvaire.

Au début de la nymphose, au moment où se produisent la poussée trachéenne et l'histolyse

[1] R. S. Breed : *Bulletin of the Museum of compar. Zool. at. Harvard College*. t. XL, n° 7, 1903.
[2] J. Anglas : *C. Rendus Soc. Biol.*, t. LVI, janvier 1904.

musculaire dont nous avons parlé, les ilots sont pris d'une activité nouvelle : ils prolifèrent, franchissent la limite de la crypte, pénètrent sur le territoire de la base des cellules épithéliales larvaires. Par suite d'une croissance centripète, il y a rétrécissement de la large lumière intestinale primitive : les éléments envahisseurs se rejoignent latéralement en un cylindre imaginal (un anneau sur une coupe transversale). Les limites cellulaires sont alors indistinctes : tandis que la partie supérieure de la grosse cellule larvaire, ainsi que son noyau, sont rejetés dans l'intestin, l'anneau imaginal s'assimile le territoire qu'il a envahi et organise un épithélium à petites cellules cylindriques régulières[1].

Quelle est l'origine de ces éléments de remplacement? Il est matériellement impossible qu'ils dérivent de l'ancien épithélium. Ils apparaissent à un moment bien déterminé, et leur invasion se fait de l'extérieur. Sont-ce des leucocytes? Mais ils sont très peu nombreux à ce stade. — Une observation très attentive montre que ces cellules de remplacement sont, au moins à l'origine, en rapport avec de fins tubes trachéens, ce qui permet de les considérer comme de véritables cellules trachéales modifiées. La localisation des futurs éléments de remplacement coïncide donc avec une première poussée trachéenne larvaire. La métamorphose n'aura lieu qu'au moment de la dernière poussée trachéenne, au début de la nymphose.

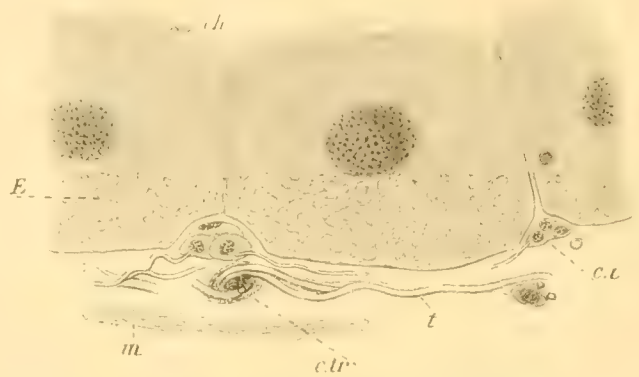


Fig. 13. — *Origine des cellules de remplacement de l'intestin moyen.* — E, épithélium larvaire; *ch*, son revêtement chitineux interne; *m*, muscles; *ctr*, cellules trachéales; *t*, tubes trachéens; *ci*, cellules imaginales, ou de remplacement (D'après Anglas). L'évolution ultérieure des cellules de remplacement est représentée par la figure 12 du précédent article, p. 978.

Ici encore, il semble probable que les cellules trachéennes, éléments ectodermiques, jouent un rôle essentiel dans l'histolyse et l'histogénèse, jusqu'à servir au remplacement d'une paroi digestive.

En résumé, l'ectoderme, chez les Insectes, fournirait seul les tissus de nouvelle formation au moment de la métamorphose : appendices, muscles (par le moyen des disques ou replis imaginaux, et de leur mésenchyme), rénovation de l'œsophage, du rectum, de l'intestin moyen, tubes de Malpighi définitifs, etc.

[1] Voir la fig. 12 du précédent article, p. 978.

D'autres éléments nommés œnocytes, d'origine ectodermique également, émigrent dans la cavité générale et se mêlent aux tissus conjonctifs.

L'histogénèse de la métamorphose est, pour ainsi dire, toute ectodermique.

Des faits analogues de néomorphose de l'intestin, au moyen de cryptes de régénération, ont été décrits chez les Myriapodes et chez les Crustacés. Bien que l'origine n'en ait pas été élucidée, il est à présumer que, suivant les groupes, elle peut varier, ainsi que nous le verrons pour d'autres groupes, les Bryozoaires et les Tuniciers, à propos du bourgeonnement.

§ 2. — Exemple de métamorphose chez les Vertébrés. Evolution du cartilage transitoire.

L'ossification qui se produit chez les Vertébrés aux dépens du tissu cartilagineux constitue une véritable métamorphose, dont la complexité a longtemps exercé la sagacité des embryologistes et a donné lieu à des interprétations diverses.

Pour les partisans de la métaplasie proprement dite (Virchow, Baur), il y a simplement transformation de la cellule osseuse en cellule cartilagineuse, après un retour à l'état embryonnaire et à l'indifférence cellulaire (H. Müller, Brachet, Kölliker, Van der Stricht). Pour d'autres, la cellule cartilagineuse subit une dégénérescence préalable, et le tissu osseux est un véritable néoplasme qui se substitue au tissu précédent. Comment se fait la destruction du cartilage : est-elle spontanée, est-elle due au conjonctif, provient-elle du périoste, et, dans ce cas, faut-il chercher les éléments destructeurs dans les myéloplaxes de Robin ou ostéoclastes de Kölliker, ou dans les vaisseaux sanguins qui pénétreraient de proche en proche dans le cartilage sérié, et y produiraient une sorte d'action érosive?

D'où viennent, d'autre part, les ostéoblastes, ces cellules embryonnaires qui se rangent le long des parois directrices, simulant un épithélium ; sont-ce des sortes de cellules lymphatiques, sont-elles réellement amenées par les capillaires venant du périoste, ou naîtraient-elles des cellules cartilagineuses?

L'opinion la plus classique est celle qui admet la pénétration des vaisseaux sanguins venant du périoste dans le cartilage, l'érosion de la zone dite de la médullisation, et l'apport des ostéoblastes venant de la couche ostéogène. Il y aurait, d'après Stéphan, pénétration intime du cartilage et de l'os, mais sans qu'il y ait transformation de l'un dans l'autre.

Toute autre est l'interprétation de Retterer, qui a donné de ces phénomènes une description détaillée et particulièrement précise, que nous croyons devoir reproduire [1].

On sait que la substance dite fondamentale ou interstitielle du cartilage n'est autre chose que le résultat de la différenciation des zones protoplasmiques périphériques des cellules du précartilage. La capsule à double contour représente la dernière zone protoplasmique transformée en substance fondamentale. La cellule cartilagineuse proprement dite n'est que la zone périnucléaire granuleuse de plastides fusionnés par leur périphérie. La substance fondamentale est homogène, hyaline : aucun vaisseau n'y pénètre : elle s'accroît comme toute substance vivante par intussusception.

Considérons ce qui se passe dans un os long, en dessous de l'épiphyse (fig. 4). Les cellules prolifèrent abondamment suivant une direction parallèle au grand axe de l'os, et constituent le *cartilage sérié*. Elles cessent alors d'élaborer la substance fondamentale, et leur protoplasme se modifie dans toutes ses parties; les mailles du réticulum cytoplasmique s'élargissent et dessinent de grandes vacuoles. Le noyau acquiert un nucléoplasme nouveau, tandis que la chromatine se fragmente en sphérules refoulées contre la membrane nucléaire. Dans ce *cartilage hypertrophié*, des sels calcaires se déposent par infiltration dans la substance fondamentale des trabécules, d'où le nom de *zone calcifiée*.

C'est à ce niveau surtout que réside la difficulté d'interprétation; car, dans les cellules de cette zone calcifiée ou ostéoïde, apparaissent bientôt de véritables hématies. Bien que Prenant [2] considère que la question d'origine ne puisse être définitivement tranchée, la figure que cet auteur donne, dans son Traité, de l'ossification parle en faveur de l'explication de Retterer, que nous résumons ici. Enfin, un récent travail de A. da Costa Ferreira arrive aux mêmes conclusions [3].

Le noyau de la cellule hypertrophiée se divise et donne naissance à un *tissu réticulé*, tandis que l'hyaloplasme de la cellule subit une transformation hémoglobinique. Ainsi se constitue un tissu vasculaire réticulé, par métamorphose de la cellule cartilagineuse elle-même : ce tissu réticulé, en rapport avec les vaisseaux du périchondre, est capable d'élaborer le tissu osseux. Il y a *hyperplasie* du tissu ancien, et *médullisation* par suite de la résorption des trabécules (fig. 5).

Cette résorption de la substance fondamentale se fait donc spontanément, progressivement; c'est une transformation du protoplasme périphérique primitif en relation avec celle de tout le corps cellulaire.

Stéphan [1], d'après l'ossification chez les Poissons, indique également une transformation progressive de la substance fondamentale, qui se décolore peu à peu, disparaît par une sorte de fonte qui ouvre les capsules cartiligineuses et produit la médullisation. Le phénomène est dû à l'activité propre des cellules du cartilage. Cette résorption ne peut donc être interprétée que par une autodigestion de la partie périphérique du protoplasme par la zone périnucléaire. Les vaisseaux sanguins ne jouent aucun rôle destructeur dans cette zone, nommée à tort zone d'érosion. Quant aux myéloblaxes de Robin, ou ostéoclastes de Kölliker, ce sont, dans cette zone hyperplasiée, des noyaux transformés des cellules hypertrophiées en voie de division, et qui se différencient bientôt en tissu réticulé ou médullaire.

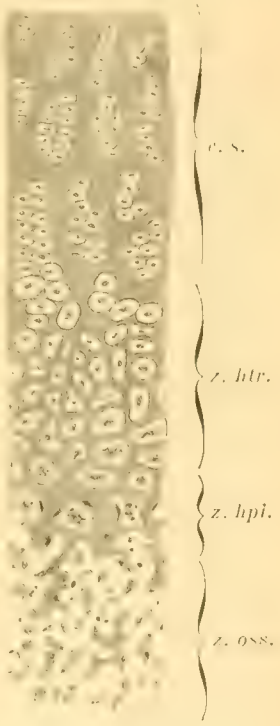


Fig. 4. — *Evolution du cartilage transitoire.* — *c. s.*, cartilage sérié; *z. htr.*, zone hypertrophiée (ou calcifiée); *z. hpl.*, zone hyperplasiée (ou des premiers espaces médullaires, ou zone d'érosion); *z. oss.*, zone d'ossification. (D'après Retterer).

En résumé, d'après Retterer, l'évolution du cartilage montre une véritable métamorphose cellulaire, une sorte de métaplasie portant une grave atteinte à la spécificité cellulaire. Sous l'influence de changements nutritifs, le cartilage se transforme en un tissu réticulé et vasculaire, qui élabore lui-même le tissu osseux, formant le tissu

[1] Retterer : *Journal de l'Anat. et Physiol.*, t. XXXVI, 1900 (avec bibliographie sur l'ossification).

[2] *Traité d'Histologie*, par Prenant, Bouin et Maillard, p. 672 à 675. Paris, 1904, Schleicher, éditeur.

[3] *Mémoires de l'Institut de Coimbre*, 1903.

[1] Stéphan : *Bull. Scientif. France et Belgique*, t. XXXVI, 1900.

vasculaire et les ostéoblastes qui les entourent, auxquels l'opinion classique attribue une origine périchondrale; il n'y aurait pas pénétration du cartilage par des éléments venus de l'extérieur, mais métamorphose sur place, et cela sans qu'il y ait de véritable retour à l'état embryonnaire, comme on l'admet généralement chaque fois que se différencie un tissu de néo-formation.

En tout cas, les ostéoblastes des bourgeons médullaires n'agissent pas comme phagocytes pour résorber les travées de substance fondamentale; celles-ci disparaissent parce qu'elles participent à l'évolution de la cellule cartilagineuse, et la médullisation de leur contenu est la conséquence de cette évolution elle-même.

Ces conclusions ne sont pas très différentes, au fond, de celles de Schaffer, qui, sans admettre la métaplasie pure et simple au sens de Virchow, faisait dériver l'os des cellules cartilagineuses.

Beaucoup plus simple est l'ossification périostique et l'ossification des membranes déjà pénétrées par des vaisseaux sanguins, et qui constitue le plus grand nombre des os chez l'adulte.

Notons enfin que, chez les Téléostéens, la métamorphose est double, car non seulement le cartilage disparaît, mais le tissu osseux enchondral subit aussi le même sort, au moins en grande partie : il est remplacé par le tissu osseux périchondral, qui s'avance sous forme de travées, et se substitue au précédent.

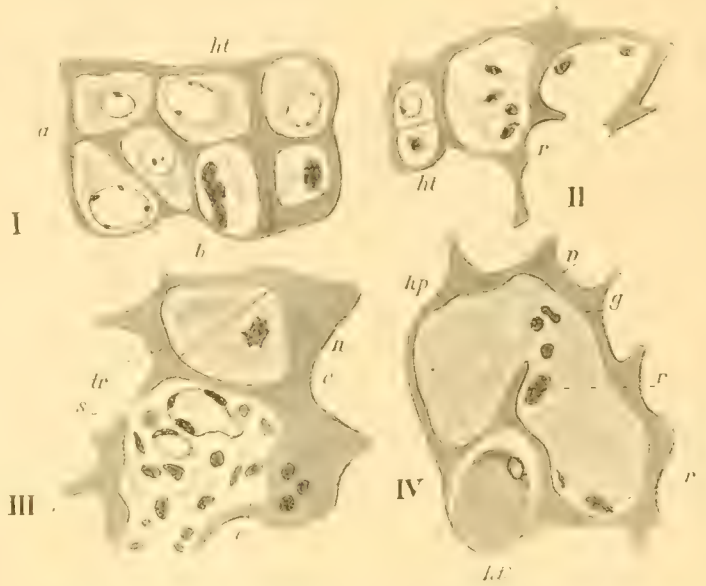


Fig. 5. — *Parties agrandies de la figure précédente.* — I. *Cartilage hypertrophié, près de la zone de résorption* (phalange de cobaye). — II. *Côte de chat de vingt et un jours.* — III. *Côte de lapin à la naissance.* — IV. *Côte de chat de vingt et un jours.* — *ht*, cellules hypertrophiées; *a*, cellules à noyau clair; *b*, cellules transformées, à noyau déformé, très chromatique; *tr*, trabécule limitant la dernière zone hypertrophiée; *h. p.*, cellules hyperplasiées; *c*, cytoplasme périphérique clair; *n*, noyau à granules chromatiques nombreux; *r*, cellules réticulées; *e*, un espace du tissu réticulé; *g*, globule sanguin; *t*, vaisseau sanguin; *v*, vacuoles. (D'après Retterer.

II. — Bourgeonnement.

Nous réserverons le nom de bourgeonnement au phénomène de néoformation d'un individu, qu'il y ait ou non histolyse concomitante.

La limite sera parfois arbitraire entre le bourgeonnement et la métamorphose, comme nous allons le voir par ce qui suit.

§ 1. — Hydraires.

Les Cœlentérés possèdent à un haut degré la puissance de bourgeonnement. Tandis que les cellules des éléments adultes, dont la croissance est terminée, acquièrent une assez grande dimension et une différenciation particulière, on remarque, de place en place, des groupes de cellules notablement plus petites, d'aspect embryonnaire : ce sont elles qui, disséminées dans l'exoderme, produiront, lors du bourgeonnement (comme de la régénération), les tissus de néoformation[1].

Lang pense que l'exoderme seul fait, pour ainsi dire, tous les frais de la néoformation (exoderme et endoderme); mais on doit remarquer que l'abondance du vitellus dans l'endoderme y rend plus difficiles à découvrir les cellules embryonnaires qui s'y trouvent peut-être; elles semblent jusqu'à présent avoir échappé aux investigations. La plupart des auteurs admettent que l'endoderme régénère l'endoderme, comme l'exoderme régénère l'exoderme; mais cette opinion, ainsi que celle de Lang, manque de confirmation directe, et la question reste en suspens.

§2.—Phoronidiens.

Chez ces animaux, dont nous avons déjà parlé à propos de l'histolyse, les phénomènes sont plus complexes. Nous avons vu que, dans la larve Actinotroque, le tube digestif seul échappe à l'histolyse. Il passe dans une poche endodermique dévaginée, qui forme la nouvelle paroi du corps : les muscles de nouvelle formation dérivent de cellules provenant de l'ancienne somatopleure[2].

§ 3. — Trématodes endoparasites.

Lorsque l'embryon cilié a pénétré dans la cavité palléale du Gastéropode qui lui sert d'hôte, sa paroi

[1] Schaffer : *Arch. f. mikrosc. Anat.*, t. XXXII, 1888.
[2] Roule : *C. Rendus Soc. Biol.*, 1900, p. 439.

interne est le siège d'un bourgeonnement interne, et il se forme ainsi des amas cellulaires indifférenciés dont le plus grand nombre dégénèrent. Les quelques cellules restantes se localisent en une plaque ventrale qui évolue en *cercaire*, larve pourvue d'un appendice caudal locomoteur. Il se produit donc une multiplication endogène qui, par prolifération d'éléments embryonnaires, substitue à la larve primitive des êtres d'organisation toute différente[1]. Plus simples, en général, sont les phénomènes qui se passent dans le groupe voisin des Cestodes, où une région déterminée, en arrière du scolex, bourgeonne les anneaux successifs du Tænia. Mais, chez les divers Plathelmintes, le bourgeon étant formé par des cellules qui n'ont jamais été différenciées, il n'y a guère lieu de poser la question des feuillets.

§ 4. — Bryozoaires.

Il n'en est pas de même dans ce groupe très spécialisé de Vers Monomérides, dont nous avons décrit la dégénérescence du polypide, aboutissant à la formation du corps brun. L'exoderme et le revêtement péritonéal seuls ne se sont pas désagrégés. Le bourgeon qui reconstitue un nouveau polypide dérive uniquement de l'exoderme : de cette ébauche, d'abord compacte et pleine, puis creuse, proviennent les leucocytes de néoformation, le mésenchyme et les tissus nouveaux, à l'édification desquels contribuent, dans l'oozoïte, des éléments mésodermiques[2].

§ 5. — Tuniciers.

Nul groupe n'a mieux montré que celui des Ascidies combien la théorie des feuillets est inapplicable au bourgeonnement. Après les travaux de Kowalewsky, Della Valle, Seeliger, van Beneden, les observations plus récentes de Oka, Pizon, Salensky[3], Lefèvre[4], Caullery[5], ont montré que les processus varient même suivant les groupes. Le bourgeon peut être imaginé comme formé d'un double tube, l'un emboîté à l'intérieur de l'autre, dont un faible espace le sépare. Le tube externe vient de l'ectoderme ; le tube interne a une origine différente suivant les types considérés : il est endodermique chez les *Perophora*, *Didemnum*, *Clavellina*, chez les Pyrosomes, les Salpes, les Doliolides, où il dérive de l'épicarde (Caullery) ; ectodermique et venant du manteau chez le *Botryllus*. C'est du tube interne que dérive la cavité péripharyngienne du bourgeon.

Le système nerveux, pour plusieurs auteurs, viendrait du tube interne, auquel on a reconnu, dans la plupart des cas, une originee ndodermique, comme au sac pharyngien lui-même. Et, lorsque le tube interne est ectodermique, le ganglion nerveux l'est également, en même temps que le sac pharyngien.

Dans tous ces cas, l'activité de prolifération blastogénique est corrélative d'un retour à l'état embryonnaire. Les cellules forment alors de nouveaux organes qui, dans le développement de l'oozoïte, appartenaient à des feuillets différents.

III. — Régénération.

Dans la régénération, la néomorphose est consécutive à un traumatisme accidentel (amputation, perte de substance), ou exceptionnellement physiologique (autotomie). Elle comprend les faits qui vont de la simple cicatrisation jusqu'aux réparations de plus en plus étendues, qui aboutissent à la formation de nouveaux individus.

Mais, dans l'origine de l'organe reconstitué, comme dans sa spécialisation ultérieure, il peut, suivant les cas, se produire une homomorphose ou une hétéromorphose. Nous serons très brefs sur ce sujet, l'hétéromorphose de résultat ayant fait l'objet d'une intéressante étude dans cette *Revue*[1].

L'homomorphose d'origine, ou *homogénèse*, sans être une règle absolue, est cependant plus fréquente que l'*hétérogénèse*, surtout si l'on étend le terme d'homogénèse à la régénération aux dépens du même feuillet embryonnaire, alors qu'elle ne se ferait pas dans le même tissu[2].

§ 1. — Homomorphose d'origine, ou homogénèse.

Les Hydraires, déjà bien étudiés par Lœb[3] au point de vue de l'hétéromorphose de résultat, ont fait de la part de Stevens l'objet de nouvelles recherches histologiques[4]. Chez le *Tubularia mesembryanthemum*, cet auteur a constaté l'active division des cellules ectodermiques et endodermiques, sans participation spéciale des cellules interstitielles. Les granules pigmentaires rouges, déjà signalés dans les tronçons en régénération, ne sont que les masses de rebut et sont éliminés ultérieurement[5].

---

[1] Vaney et Conte : *C. R. Ac. Sc.*, t. CXXXII, 1901.
[2] Calvet : *Thèse de la Fac. Sc. de Montpellier*, 1900.
[3] Pizon : *C. R. Ac. Sc.*, t. CXIV, 1892, et t. CXX, 1895.
[4] Salensky : *Mitth. Zool. Stat. Neapel*, 1894-1895.
[5] Caullery : *Bull. Scientifique de la France et de la Belgique*, t. XXVII, 1895 (avec bibliographie).

[1] A. Labbé : L'hétéromorphose en Zoologie. *Rev. gén. des Sciences*, 30 juillet 1897, p. 589.
[2] Morgan : Régénération. New-York, Macmillan et Cº, 1901 (avec bibliographie).
Delage : *Année Biologique* pour 1901. Régénération, p. 172 avec bibliographie).
Driesch : *Arch. f. Entw. Mech.*, 1895 à 1901 ; voir le détail *in* Morgan, *loc. cit.*, p. 296.
[3] Loeb : Voir *in* Morgan, p. 302, et *Am. Journ. of Physiol.*, t. IV, 1900.
[4] Stevens : *Arch. f. Ent. Mech.*, t. XIII, 1901, p. 450.
[5] Pour la régénération chez les Hydraires, voir également

Les règles de l'embryogénie normale sont encore applicables à la régénération chez les Ophiures. D'après Dawidoff [1], les nouveaux organes du bras régénéré sont des prolongements des anciens (appareil ambulacraire, cavité générale), ou tout au moins ils sont formés par les mêmes feuillets germinatifs : le système nerveux provient de la délamination de l'ectoderme; les muscles du mésoderme épithélial de la cavité générale, etc.

Chez les Arthropodes, Hirschler [2] a fait des expériences de régénération sur des nymphes de Lépidoptères; comme on pouvait s'y attendre, l'hypoderme joue un grand rôle dans les phénomènes de réparations : rectum et conduits génitaux sont normalement d'origine ectodermique et sont régénérés par le même hypoderme, auquel nous avons vu jouer un rôle prépondérant dans la métamorphose. Le système nerveux est réparé en partie par l'ancien, en partie par des éléments hypodermiques complémentaires.

Des études de Morgan et de Stevens sur les Turbellariés (*Planaria lugubris*), il résulte également que, dans la régénération après traumatisme, l'ectoderme provient encore de l'ectoderme, et le nouveau pharynx se forme aux dépens de l'ancien. Il faut noter, toutefois, une active multiplication des cellules parenchymateuses et la production de cellules embryonnaires aux dépens desquelles se différencient les myoblastes et divers éléments, glandulaires ou nerveux. Mais il est très difficile d'affirmer qu'au milieu des migrations cellulaires qui se produisent, la constance et la spécificité des feuillets restent assurées.

D'une manière générale, la même constance se retrouve chez les Vertébrés. Les Batraciens Urodèles et les Lézards, parmi les Reptiles, ont été l'objet des recherches de Towle [3], de Fraisse [4], de Barfürth [5], etc.

Les muscles redonnent les muscles, la couche de Malpighi, la peau, l'épithélium épendymaire et le système nerveux. Bien que le périoste soit l'organe régénérateur essentiel du tissu osseux, le cartilage et l'os, d'après Wendelstadt [6], se régénèrent également aux dépens de cellules osseuses et cartilagineuses préexistantes.

Seule, la chorde dorsale semble faire exception. L'ancienne notochorde ne reforme rien, et sa régénération elle-même varie d'après le degré de développement des tissus. D'après Barfürth, tout tissu possède un certain pouvoir de régénération, mais variable suivant son degré d'évolution.

La régénération des glandes est une hyperplasie et non une néoformation.

La cicatrisation et la régénération des muqueuses et de la peau ont été bien étudiées par Cornil et P. Carnot [1]. Pour la peau, il se produit un glissement épithélial qui, gagnant latéralement, grâce à la multiplication cellulaire, vient reconstituer l'épiderme détruit. Dans le cas d'une muqueuse, d'un canal tel que l'uretère, les choses sont un peu plus complexes : Sur le caillot fibrineux cicatriciel glissent d'abord les cellules de la muqueuse, puis certaines de ces cellules se dissocient; il se produit une sorte de décalque, et une greffe de cellules sur la paroi opposée achève la restitution du conduit traumatisé. Enfin, une abondante multiplication cellulaire complète le processus de régénération homomorphique.

§ 2. — Hétéromorphose d'origine, ou hétérogénèse.

C'est dans le groupe des Vers qu'ont été rencontrées les principales exceptions à l'homogénèse des tissus de régénération. Il est vrai que chez l'*Allolobophora*, d'après Krœber, le nouveau pharynx de l'individu amputé vient de l'endoderme, et que Rievel [2] a décrit, chez les Oligochœtes, la régénération de l'intestin aux dépens de l'intestin lui-même. Néanmoins, les recherches de la plupart des auteurs, Semper, Hepke [3], Michel [4], von Wagner [5], Herscheler [6], mettent en évidence le grand rôle joué par l'ectoderme dans la régénération. C'est lui qui constitue le bourgeon allant rejoindre l'intestin, chez les Naïdes; il se creuse ensuite d'une lumière centrale et donne non seulement les organes épidermiques et ectodermiques (ganglions nerveux), mais aussi les muscles et le conjonctif sous-cutané.

Les Vertébrés offrent le curieux exemple de la régénération du cristallin, chez les Urodèles, aux dépens du bord supérieur de l'iris. Le phénomène se produit à la lumière comme à l'obscurité, et commence toujours par le même point d'élection du bord pupillaire, alors même qu'on a réussi à maintenir les animaux sur le dos pendant fort longtemps : le facteur pesanteur n'a donc pas l'importance qu'on serait tenté de lui accorder tout

Billard, *Bull. Museum d'Hist. Nat.*, 1902, n° 5, p. 345, et *Thèse* de la Faculté des Sciences de Paris, juin 1904.

[1] Dawidoff : *Zeitsch. f. wiss. Zool.*, t. XLIX, 1900.

[2] Hirschler : *Anatom. Anzeiger*, t. XXIII, 15 octobre 1903.

[3] Towle : *Biol. Bull.*, t. II, 1901.

[4] Fraisse : Die Regeneration von Geweben. Kessel u. Berlin, 1885.

[5] Barfurth : Ergebnisse Anat. u. Entwick., Merkel u. Bonnet, 1891-1900.

[6] Wendelstadt : Régération des os et des cartilages. *Arch. mikr. Anat.*, . LVII, 1901.

[1] P. Carnot : Les régénérations d'organes, Paris, 1900.

[2] Rievel : *Zeitsch. für wiss. Zool.*, 1896.

[3] Hepke : *Zool. Angeiger*, 1896.

[4] Michel : *Bull. Sc. France et Belgique*, t. XXXI, 1890.

[5] Von Wagner : *Zool. Jahrbucher*, t. XIII, 1900.

[6] Herscheler : *Jenaische Zeitschrift*, 1898.

d'abord. C'est ce qui résulte des expériences de Fischel et de Wolff sur la Salamandre et le Triton [1]. La lésion de l'iris n'est même pas nécessaire pour provoquer le processus régénérateur.

Nous mentionnerons pour mémoire la théorie de M. de Rouville [2] par laquelle, dans les divers groupes zoologiques, les épithéliums seraient la forme limite des tissus conjonctifs, ce qui impliquerait une indifférence presque complète de certains éléments mésodermiques et leur aptitude à une véritable métaplasie.

Prowazek [3] est arrivé à la même conclusion en étudiant la régénération de la queue des Urodèles : les cellules conjonctives amiboïdes formeraient l'épithélium.

Au reste, par suppléance fonctionnelle, une régénération, ou mieux une réparation, peut se produire aux dépens d'organes fort différents. C'est ainsi que Cornil et P. Carnot ont pu, après résection de la vessie chez des Mammifères, obtenir une réparation aux dépens du grand épiploon.

Ces faits doivent être rapprochés de la formation des néarthroses, ou encore de la placentation anormale de l'œuf, qui peut se greffer sur une trompe ou même sur le péritoine.

Il paraît bien établi que ces divers processus de régénération sont sous de multiples influences, bio-mécaniques, d'une part, ontogéniques et phylogéniques d'autre part : mais il serait faux de penser que, d'une manière générale, tel ou tel de ces facteurs prédomine sur les autres. Pour Fraisse, qui a spécialement étudié la régénération chez les Sauriens, il y aurait répétition de l'ontogénie et non de la phylogénie. Au contraire, les expériences de Bordage [4] sur les Phasmides et les Blattides montrent des régénérations hypotypiques : les appendices, normalement pentamères, sont tétramères après régénération, et Giard [5], qui a attiré l'attention sur ce point, y voit un rappel phylogénétique.

La part des influences bio-mécaniques est évidemment considérable et peut expliquer la différence des processus régénérateurs, par rapport au processus formateur primitif. Nous avons vu toutefois, dans la régénération de l'iris, une preuve qu'il n'était pas toujours possible de remonter directement à une cause mécanique immédiate, même lorsqu'elle paraissait presque évidente.

[1] Fischel : *Anat. Anz.*, t. XIV, 1898.

[2] De Rouville : *Thèse Fac. Sc. Paris* (*Année biologique* pour 1900, p. 158).

[3] Prowazek : *Arb. Zool. Inst. Wien.*, t. III, 1901.

[4] Bordage : *C. R. Soc. Biol.*, 1897, 1898, 1899, et *Bull. Soc. Entomol. de France*, 1901.

[5] Giard : Greffe et Régénération. *C. R. Soc. Biol.*. 1896.
Giard : Sur les régénérations hypotypiques. *C. R. Soc. Biol.*, 1897.

Le système nerveux joue, d'ailleurs, un rôle considérable dans ces phénomènes; chez les Oligochètes, si l'on détruit les anneaux antérieurs, et de plus la chaîne nerveuse ventrale sur une certaine étendue du segment postérieur, la régénération ne se produit en avant qu'à partir de la zone où le système nerveux est conservé (Morgan). Des résultats analogues ont été obtenus chez les Turbellariés et chez les Batraciens.

§ 3. — Tumeurs.

L'étude des tumeurs trouverait sa place dans le sujet si vaste des tissus de néoformation. Nous en dirons seulement quelques mots pour rappeler que Bard en a tiré un de ses principaux arguments en faveur de la spécificité cellulaire absolue, dont il est un partisan convaincu [1]. Tous les tissus peuvent, sous des influences excitatrices encore mal connues [2], échapper à l'équilibre qui règne dans toute croissance normale, et donner lieu à un néoplasme. Les éléments cellulaires acquièrent une puissance de prolifération pour ainsi dire indéfinie, avec désorientation des plans de division, ainsi que l'a montré Fabre-Domergue, d'où leur extension sur place, et, dans certains cas, la prolifération à distance. Cette suractivité vitale est particulièrement intense pour les cellules conjonctives restées embryonnaires (sarcomes), et pour des éléments d'origine épithéliale (épithéliomas, carcinomes, etc.); mais elle se retrouve aussi bien dans le conjonctif adulte que dans les tissus musculaires, cartilagineux, osseux, sanguins, etc... Elle peut et doit être considérée comme l'indice d'un retour à l'état embryonnaire : la grande majorité des anatomo-pathologistes sont d'accord sur ce point.

Quand le néoplasme est particulièrement envahissant, il ne se borne pas à exercer sur les tissus voisins une compression mécanique : la capsule conjonctive adventice qui l'entourait se rompt, et, dès lors, la tumeur se propage par infiltration, en particulier par la voie lymphatique. Le tissu néoplasique (sarcome, carcinome) se substitue au tissu envahi, lequel se trouve étouffé et finalement — au moins en partie — résorbé par une véritable lyocytose; à sa faculté de prolifération, la tumeur joint celle d'une active propriété digestive.

Bard interprète de la manière suivante l'origine des tumeurs : une cellule jeune échappe à l'induction modératrice qui s'exerce sur elle par l'ensemble du tissu ambiant, par suite d'une malformation initiale : il en résulte une prolifération sans frein, véritablement anarchique, une révolte contre

[1] Bard : Le spécificité cellulaire. *Scientia*, série biol., n° 1.

[2] Revue annuelle de Zoologie. *Rev. gén. des Sc.*, 15 juin 1903, t. XIV, p. 615.

la collectivité. Mais en quoi consiste cette malformation initiale, et quel sens précis cachent ces images? Le fait des épithéliomas branchiaux du cou, des néoplasmes paraovariens aux dépens de l'organe de Rosenmüller, etc. [1], semble montrer qu'il s'agit d'organes embryonnaires, non disparus entièrement et restés comme tels, constituant pour tout l'organisme une menace au milieu de tissus plus différenciés. Il se produirait pathologiquement une substitution rappelant ce qui se passe au cours des métamorphoses (intestin des Insectes, etc.); le tissu adulte peut être envahi et remplacé par un tissu d'origine absolument différente [2].

IV. — Résumé et conclusions.

Mais il faut nous borner, car l'étude de la rénovation des tissus comprendrait bien d'autres questions : la greffe, la mérogonie [3], et finalement toute la Biologie et la Pathologie cellulaire; or nous avons eu surtout en vue de donner quelques exemples de la variété des processus histologiques qui accompagnent les métamorphoses et les régénérations des tissus.

Le groupe des Insectes nous a présenté un enchaînement complet des divers modes de l'histolyse, depuis la simple régression chimique, l'action cellulaire à distance, jusqu'à la digestion phagocytaire : l'histogénèse elle-même peut n'être qu'une suite de l'accroissement, une rénovation ou une substitution plus ou moins complètes, même aux dépens d'éléments nouveaux, exogènes, et d'origine différente : ce dernier cas est, du reste, le plus rare.

Même variété parmi les Vertébrés, pour lesquels, dans l'histolyse comme dans la défense de l'organisme, l'action humorale et l'action phagocytaire peuvent être prépondérantes l'une ou l'autre, suivant les cas. — L'ossification du cartilage peut être considérée comme une véritable métamorphose, offrant l'exemple curieux d'une sorte de métaplasie, de transformation cellulaire d'un tissu déjà différencié.

Variété dans les processus d'histolyse comme dans l'origine des tissus de remplacement, telle est encore la conclusion à tirer des métamorphoses ou du bourgeonnement chez les groupes les plus divers (Bryozoaires, Tuniciers, Vers, etc.).

Quelques faits, cependant, se dégagent avec netteté des observations nombreuses fournies par les métamorphoses, le bourgeonnement et la régénération.

Chez les animaux inférieurs (Echinodermes, Spongiaires, Cœlentérés, Mollusques marins), le processus phagocytaire a la prépondérance. Chez des êtres à milieu intérieur plus différencié et s'écartant davantage de la composition marine originelle [1], l'action humorale, qui n'est en somme qu'une action cellulaire à distance (lyocytose), prend à son tour plus d'importance.

Les tissus de néoformation ont le plus souvent leur origine dans le tissu ancien correspondant; mais cette règle est loin d'être absolue. L'exoderme a, dans presque tous les groupes, et notamment chez les Insectes et chez les Vers, un rôle régénérateur prépondérant.

Tout tissu conserve pendant un temps plus ou moins long son pouvoir de régénération. Les cellules nerveuses le perdent de bonne heure, bien qu'elles se divisent encore, chez les Insectes, pendant la période nymphale.

La spécificité cellulaire ne saurait être érigée en un dogme absolu, car, s'il est vrai qu'elle est pratiquement la règle, elle tient sans doute à l'aptitude ancestrale de tout tissu à maintenir sa spécialisation. Mais l'être vivant possède une plus grande plasticité; et, sous l'influence de causes nutritives, bio-mécaniques, le résultat final peut être réalisé par des moyens qui mettent en défaut une doctrine trop absolue. Au reste, les tissus de néoformation ont toujours un caractère embryonnaire de petitesse dans la structure cellulaire et d'indifférenciation, qui les fait reconnaître. Enfin, sur des tissus en voie de développement, les causes extérieures agissent constamment et y produisent des modifications qui peuvent les écarter plus ou moins du type primitif.

L'heure n'est pas encore venue — si elle doit venir — des formules très compréhensives et tout à fait générales. L'effort des naturalistes s'exerce d'une manière beaucoup plus fructueuse en analysant les faits eux-mêmes, en les serrant de plus près, en se gardant, avant tout, de les considérer au travers d'une théorie qui, malgré la sincérité des observateurs, déforme les résultats, et les rend inutilisables ou moins fructueux pour la connaissance de la vérité.

Jules Anglas,
Docteur ès sciences.
Préparateur de Zoologie à la Sorbonne.

[1] Ott. Muller : Formation de tumeurs cartilagineuses aux dépens de restes isolés pendant l'ostéogenèse. *Arch. Ent. Mech.*, t. VI, 394-452, 1898.

[2] Braun : Critique de la théorie des feuillets. *Biol. Centralbl.*, t. XV, 1895.

[3] Delegie. *Arch. Zool. expérimentale*, 1899.

[1] Quinton : *Revue des Idées*, nº 3, 15 mars 1904.

L'UTILISATION DES VAPEURS D'ÉCHAPPEMENT

Des publications techniques ont été consacrées déjà à l'utilisation des vapeurs d'échappement par le procédé imaginé par M. Rateau, au moyen de l'accumulateur-régénérateur et de la turbine à basse pression. L'auteur de ces lignes se propose de rappeler succinctement les caractéristiques principales de ce système, en insistant principalement sur l'opportunité de l'appliquer dans le cas d'une condensation centrale déjà existante, et sur la nature des services que peut rendre la turbine à basse pression malgré sa liaison, en apparence absolue, avec le moteur dont elle utilise la vapeur de décharge.

Le principe du procédé consiste à recueillir la vapeur telle qu'elle se présente à l'échappement des machines, avec ses irrégularités et ses intermittences, pour la transformer en un courant régulier, susceptible d'alimenter ensuite un moteur secondaire à basse pression. L'intérêt du problème, qui a été résolu sur ces bases par M. Rateau, est considérable. Il suffit, en effet, de regarder, même de loin, fonctionner une de nos nombreuses usines, mines ou aciéries, pour s'apercevoir de la quantité énorme de vapeur qu'elle rejette continuellement dans l'atmosphère. Malgré les progrès faits, en ces dernières années, dans les applications de la condensation, beaucoup de nos grosses machines de mines ou d'aciéries (telles que celles qui servent à l'extraction, au laminage, à l'actionnement des presses et des pilons) sont encore à échappement libre, cela à cause de leur mode particulier de fonctionnement et des difficultés spéciales qu'on éprouve, par suite, à leur appliquer la condensation.

Une machine d'extraction du type ordinaire, échappant à air libre, consomme en moyenne de 5.000 à 6.000 kilogs de vapeur par heure, et il n'est pas rare de rencontrer des machines de laminoirs qui dépensent jusqu'à 20.000 kilogs de vapeur par heure. Cette quantité de vapeur rejetée dans l'atmosphère serait encore capable (en l'utilisant telle quelle jusqu'au vide d'un bon condenseur) de produire théoriquement 600 à 700 chevaux pour la mine en question, et près de 2.000 chevaux pour l'aciérie. Deux difficultés s'opposent à la récupération rationnelle de cette énergie perdue : d'une part, les intermittences dans l'échappement ; d'autre part, l'impossibilité de faire travailler la vapeur à la pression atmosphérique, dans une machine à pistons, avec un rendement pratiquement admissible. M. Rateau a trouvé le moyen de résoudre la difficulté : 1° par son accumulateur, qui transforme en un flux continu le courant de vapeur, malgré les défectuosités et les arrêts complets qui se produisent dans l'échappement du moteur primaire ; 2° par la turbine à basse pression, qui a la précieuse qualité de conserver un excellent rendement lorsqu'on l'alimente avec de la vapeur à une pression voisine de l'atmosphère.

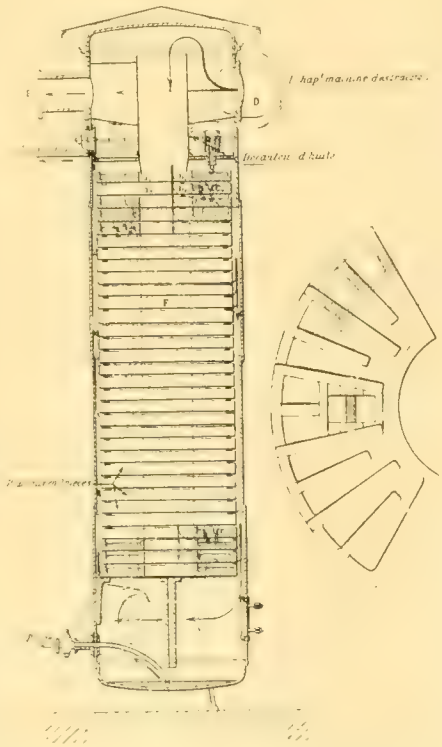


Fig. 1. — *Accumulateur de vapeur à plateaux de fonte (coupe longitudinale).* — D, arrivée de la vapeur; F, canal central; E, sortie de la vapeur.

I. — Accumulateur.

L'accumulateur est fondé sur les échanges de chaleur qui se produisent entre la vapeur et les parois métalliques, et sur les propriétés spéciales des vapeurs et des liquides saturés. Sous une pression et à une température déterminées, ces deux fluides, composés des mêmes molécules, se maintiennent dans un équilibre réciproque tel que toute variation de leur chaleur totale, produite par une cause étrangère, entraîne la transformation de l'un dans l'autre, avec absorption ou abandon de la chaleur latente correspondante.

Suivant ce principe, lorsque la vapeur arrive en excès dans l'accumulateur, elle se condense en partie et se transforme en eau saturée. Lorsque, au contraire, l'arrivée de vapeur se ralentit ou cesse, l'abaissement de pression qui se produit dans l'accumulateur, à l'appel constant de la turbine, amène la rupture d'équilibre indispensable à la transformation de l'eau saturée en vapeur. Ces échanges sont, pour ainsi dire, instantanés, et les variations de pression nécessaires sont

pratiquement très faibles[1]. On est, d'ailleurs, maître de ces variations par le poids des matières renfermées dans l'accumulateur et par le réglage des soupapes d'échappement.

L'eau, qui a une capacité calorifique considérable, étant très mauvaise conductrice de la chaleur, il était de toute nécessité, pour que les échanges de température pussent se faire rapidement, que ce liquide fut étalé en nappes minces, ou bien qu'il eût, en présence de la vapeur, une très active circulation. C'est d'après ce premier principe qu'a été construit l'accumulateur à plateaux de fonte, et suivant le second qu'a été conçu l'accumulateur à eau seule.

L'accumulateur à plateaux de fonte (fig. 1) consiste en une ou plusieurs cuves cylindriques en tôle horizontales ou verticales, renfermant un empilage de plateaux en fonte F remplis d'eau. La vapeur arrive par D et se distribue aux cuvettes par le canal central F. La disposition en chicane oblige la vapeur à passer par les interstices laissés entre les cuvettes. Le courant de vapeur régularisé s'échappe par E. Pour éviter les pertes par rayonnement, les cuves sont entourées d'un calorifuge. L'appareil est complété par un purgeur automatique, qui évacue l'eau condensée, et par un décanteur d'huile.

L'accumulateur à eau seule (fig. 2) est formé d'une chaudière cylindrique horizontale, en grande partie pleine d'eau, à l'intérieur de laquelle sont disposés plusieurs gros tuyaux horizontaux A de section elliptique, allant d'un bout à l'autre de la chaudière et laissant entre eux des espaces intertubulaires B. La vapeur pénètre dans les tubes A et s'échappe violemment dans les espaces B par un grand nombre de petits orifices percés dans leurs parois latérales : le mouvement de l'eau se produit dans le sens des flèches; des tôles L, placées au-dessus des espaces intertubulaires B, brisent le courant liquide et empêchent les projections. Ce flux de vapeur provoque une émulsion intense du liquide et réalise ainsi la circulation énergique de l'eau, dont nous avons exposé la nécessité. Lorsque la machine primaire s'arrête, l'eau abandonne la chaleur latente qu'elle a absorbée, et la vapeur se dégage d'une façon régulière.

Les courbes (fig. 3 et 4) prises sur les appareils en marche montrent la façon dont s'effectuent, en service courant, la mise en charge et le déchargement de ces accumulateurs[1].

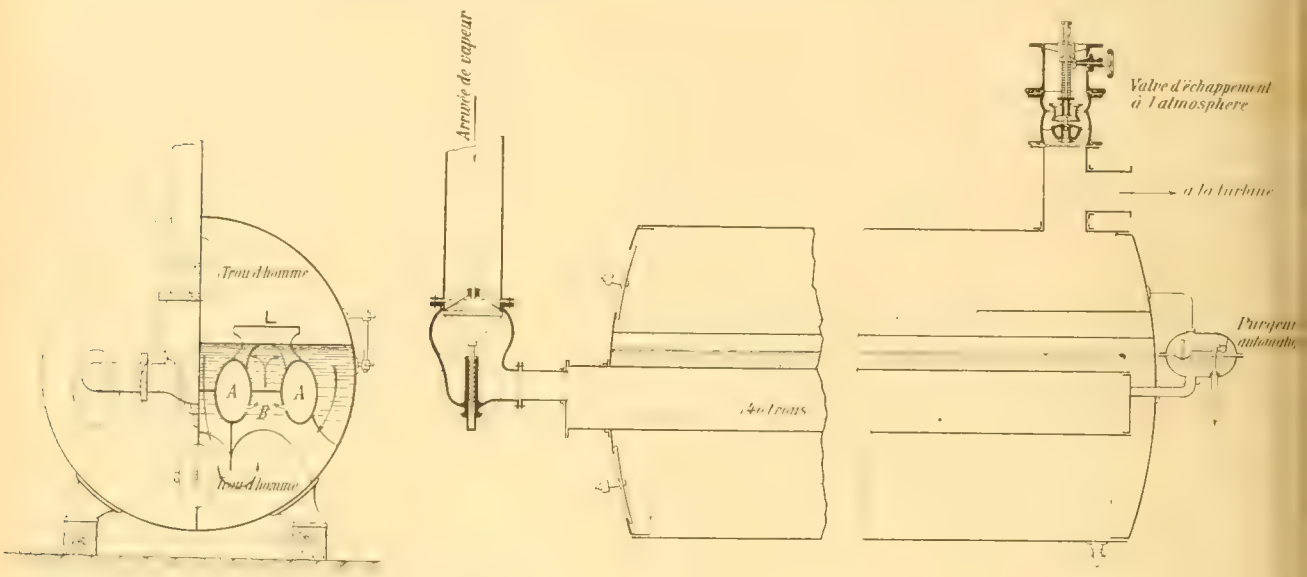


Fig. 2. — *Accumulateur de vapeur à eau (coupes longitudinale et transversale).* — A, tuyaux horizontaux de la chaudière; B, espaces intertubulaires; L, tôles empêchant les projections.

TABLEAU I. — ***Consommation des turbines à basse pression.***

PRESSION D'AVAL	PRESSION D'AMONT		
	2	1	0,5
0,08	9,3	12,0	16,5
0,13	10,7	14,4	21,5
0,18	12,0	16,5	28,0

[1] Voir les courbes de décharge des accumulateurs (fig. 3).

[1] Voir « Utilisation des vapeurs d'échappement par l'emploi combiné d'accumulateurs de vapeur et de turbines à condensation », par A. RATEAU (*Bulletin de la Société de l'Industrie minérale*, 4e série, tome II, 1re livraison, 1903; *Génie Civil*, tome XLIV, no 19, 1904).

Le courant de vapeur régularisé par l'accumulateur va alimenter la turbine à basse pression. Pour l'utilisation des vapeurs d'échappement, une turbine d'un système quelconque peut évidemment convenir, mais M. Rateau a étudié un type plus spécialement adapté à ce cas. Malgré la liaison très étroite qui existe entre l'accumulateur et la turbine à basse pression, et l'intérêt très grand que présente, en particulier, la turbine Rateau pour notre étude, nous sommes obligé de laisser de côté, pour l'instant, sa description, afin de rester dans le cadre restreint de cet article. Nous nous proposons, d'ailleurs, de revenir ultérieurement sur cette question très importante dans une étude sur les turbines à vapeur.

Pour l'intérêt de notre sujet, nous donnons (page 1044) un tableau qui résume les consommations qu'on peut aisément réaliser avec ces turbines à basse pression, d'après la pression de la vapeur d'alimentation et selon le degré de vide de la condensation.

Au point de vue pratique, il y a lieu de retenir que les turbines alimentées par de la vapeur à la pression atmosphérique, avec un vide couramment réalisé de 66 centimètres de mercure, et pour des puissances variant de 300 à 500 chevaux, produisent le cheval électrique avec une consommation de 15 à 16 kilogs de vapeur par heure. Si nous reprenons les quantités de vapeur que nous avons signalées, en tête de cet article, comme perdues dans l'atmosphère, à savoir : 6.000 kilogs pour une machine d'extraction de puissance moyenne et 20.000 kilogs pour un train de laminoir, il résulte qu'en déduisant de ces quantités 20 °/₀ pour la condensation dans les machines primaires (tuyauteries et accumulateur), la puissance récupérable par la turbine serait de 310 à 320 chevaux électriques pour la mine et de 1.000 à 1.200 chevaux électriques pour l'aciérie.

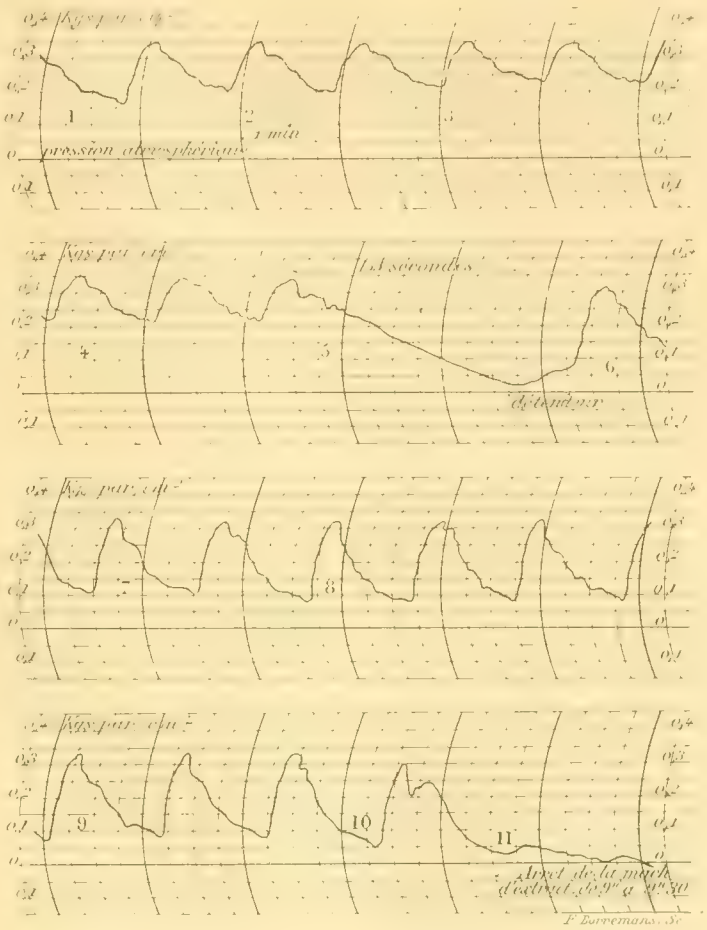


Fig. 3. — *Diagramme des variations de pression dans un accumulateur en service.*

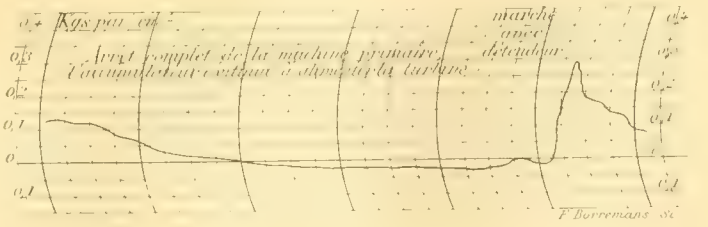


Fig. 4. — *Autre diagramme de pressions.*

II. — Condensation.

Les installations où la condensation centrale existe déjà sont spécialement favorables à l'application du dispositif accumulateur-turbine. En effet, malgré le bénéfice important que la condensation procure aux machines intermittentes, certaines particularités, inhérentes à leur mode de fonctionnement, les empêchent de retirer de la condensation les mêmes avantages que les moteurs à marche continue. Les machines d'extraction ou de laminoirs, ayant à produire à certains moments (démarrages ou commencement des passes) des efforts considérables, ont nécessairement des cylindres de très grandes dimensions. Il en résulte que les condensations dans les cylindres prennent, pour ces machines, une importance beaucoup plus grande que pour les machines ordinaires. Or, par la nature même de leur travail, à la fin de chaque cordée comme à la fin de chaque passe, ces sortes de moteurs marchent par vitesse acquise, sans vapeur. Le vide du condenseur se fait, par

conséquent, sentir dans les cylindres mêmes, ce qui amène un abaissement rapide de leur température. Si l'on ajoute à cela l'arrêt, qui est une cause supplémentaire de refroidissement, on comprend aisément que les cylindres soient le siège de condensations importantes lorsque la vapeur vive est introduite de nouveau dans la machine. L'application des enveloppes de vapeur n'obvie qu'imparfaitement à cet inconvénient. De plus, il y a lieu d'ajouter que, dans nombre de cas, l'application de la condensation aux machines des trains de laminoirs, en particulier, a diminué leur docilité. Les obturateurs sont, en effet, très difficilement tenus étanches et l'on a souvent observé que, sous l'influence du vide, la machine continue parfois d'elle-même son mouvement, ou se met en marche seule, ce qui enlève beaucoup de précision à la manœuvre des trains. On peut parer, il est vrai, en partie, à ce grave défaut, en amenant automatiquement la vapeur vive derrière les cylindres à la fin des passes, de façon à faire tomber le vide derrière les pistons de la machine. Il n'en est pas moins évident qu'il y a là un inconvénient sérieux, et en tout cas une perte notable de vapeur vive. Toute déduction faite des purges et des pertes quelconques qui se produisent dans la machine, l'expérience montre que le bénéfice de la condensation sur les machines intermittentes n'est guère supérieur à 15 °/₀. Si, pour des installations spécialement favorables, et avec des pompes à air très importantes, l'économie peut momentanément atteindre et dépasser même 20 °/₀, il n'en est pas moins acquis que l'économie totale reste généralement inférieure à 15 °/ .

Avec l'accumulateur et la turbine, une grande partie des inconvénients signalés ci-dessus ne sont plus à redouter, puisque la machine est laissée exactement dans la même situation que si elle continuait à échapper à l'air libre. Elle ne perd, par conséquent, rien de sa docilité primitive. En outre, la turbine ayant un rendement excellent à basse pression, le bénéfice qu'elle peut procurer au point de vue de la consommation totale de vapeur est très supérieur à celui que donne la condensation seule. Quelques chiffres établiront, mieux que des raisonnements, la comparaison entre les deux genres d'installation.

Supposons, par exemple, qu'une quantité de 8.000 kilogs de vapeur, prise par heure aux chaudières, produise un certain travail dans un moteur primaire quelconque. Si nous appliquons à ce moteur la condensation (en supposant un bénéfice de 16 °/₀), le même travail n'exigera plus qu'une dépense d'environ 6.700 kilogs de vapeur, laissant ainsi disponibles aux chaudières 1.300 kilogs de vapeur par heure. Pour donner à cette quantité de vapeur économisée son maximum d'effet utile, supposons qu'on l'emploie dans un excellent moteur, pour produire, par exemple, de l'électricité. Ce moteur, dans de bonnes conditions de pression et de vide, fournira le cheval électrique avec une dépense d'environ 7 à 7,5 kilogs de vapeur par heure. Les 1.300 kilogs économisés aux chaudières, sans tenir compte des condensations qui se produiront depuis les chaudières jusqu'au moteur en question, fourniront de 170 à 185 chevaux électriques.

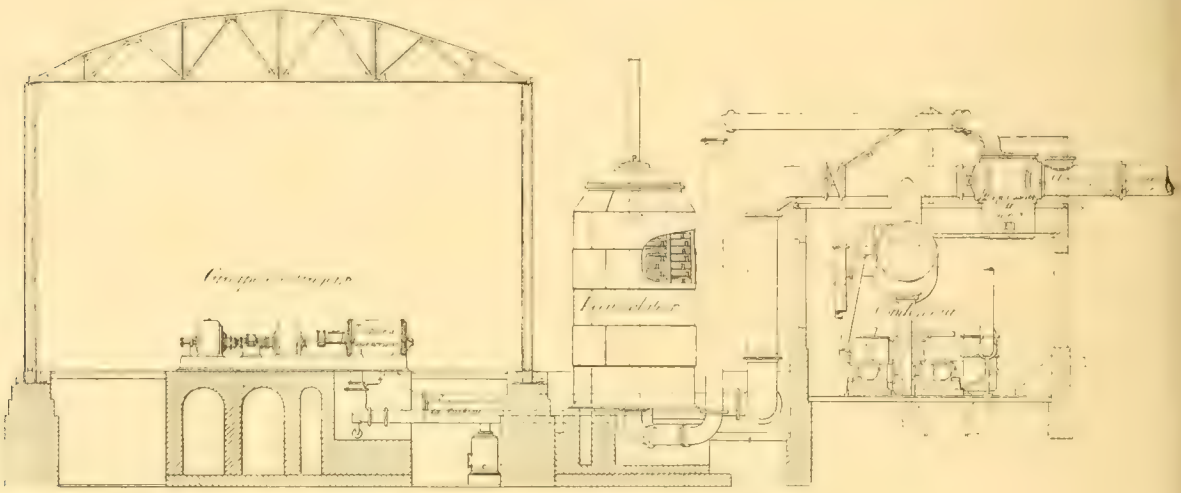


Fig. 5. — *Installation d'accumulateur de vapeur sur condensation centrale déjà existante aux aciéries Poensgen à Dusseldorf.*

Appliquons maintenant le système accumulateur-turbine : le moteur primaire continuera à consommer 8.000 kilogs de vapeur par heure. Ces 8.000 kilogs, en défalquant 20 °/₀ pour les purges et pertes diverses par condensation, depuis les chaudières jusqu'à la turbine, fourniront à cette dernière environ 6.400 kilogs de vapeur à la pression atmosphérique. Avec une dépense de 15 kilogs par

cheval-électrique (consommation couramment réalisée en pratique), on récupérera à la turbine 425 chevaux électriques. On voit donc bien que l'accumulateur et la turbine donneront un bénéfice qui sera supérieur au double de celui que donne la condensation seule.

Comme conséquence de cet avantage, on peut noter que la plupart des installations Rateau, en construction actuellement, sont faites sur condensation centrale déjà existante. La figure 5 montre l'installation des aciéries Pœnsgen, à Dusseldorf, qui est exécutée dans ces conditions.

En outre du bénéfice ci-dessus indiqué, il y a lieu de remarquer que le groupe de récupération fonctionnera naturellement sur le condenseur déjà existant, tandis que l'installation d'un groupe à vapeur vive exigera généralement l'établissement d'un condenseur spécial. De plus, par suite de la régularité que donne l'accumulateur au courant général de vapeur, la qualité du vide au condenseur se trouvera sensiblement augmentée, ce qui est encore un bénéfice appréciable pour la turbine. Enfin, il est inutile d'insister sur la difficulté très grande qu'on éprouve, avec la condensation seule, à maintenir étanches les longues canalisations qui réunissent les machines au condenseur central. Avec le système Rateau, c'est là une sujétion qui disparaît totalement, puisque la vapeur circule dans les tuyauteries à une pression qui est voisine de celle de l'atmosphère et qui peut même, sans inconvénient pour le rendement total de l'installation, être tenue légèrement supérieure à la pression atmosphérique.

III. — Indépendance de la machine primaire et de la turbine a basse pression.

Pour que la récupération puisse donner des résultats industriels pratiques et véritablement économiques, il faut, de toute nécessité, réaliser l'indépendance absolue entre le moteur primaire et la turbine, de façon que chacune de ces machines puisse travailler séparément dans les conditions économiques les plus favorables, sans gêne réciproque. Cette indépendance est assurée, d'une façon totale, par la valve d'échappement de l'accumulateur et par l'alimentation automatique de la turbine en vapeur vive.

1° *Valve d'échappement.* — La valve d'échappement, représentée par la figure 6, est destinée à évacuer, à l'air libre ou au condenseur, la vapeur en excès, quand le moteur primaire fournit une quantité de vapeur supérieure à celle qui est nécessaire à l'alimentation de la turbine. La valve est réglable à la main au moyen d'un ressort, de telle sorte qu'on peut faire varier à volonté la pression dans l'accumulateur et, par suite, la pression de la vapeur qui alimente la turbine. Il en résulte que si, à un moment donné, la turbine ne doit fonctionner qu'à faible puissance, on déchargera la soupape autant qu'il sera nécessaire, de façon à établir dans l'accumulateur, et par suite dans toute la canalisation où circule la vapeur, une faible pression. La turbine fonctionnera ainsi à la puissance qui lui est strictement demandée par les besoins de l'usine, et l'on fera en même temps bénéficier les machines primaires d'un vide important, ce qui diminuera d'autant leur consommation de vapeur. En se reportant au tableau I, on se rend compte que, même avec une pression d'alimentation égale à une demi-atmosphère absolue, il est encore possible de produire à la turbine le cheval électrique avec une dépense d'environ 20 kilogs de vapeur à l'heure.

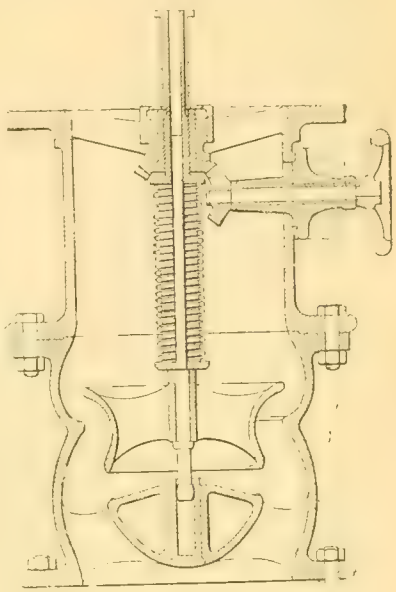


Fig. 6. — *Valve d'échappement à l'atmosphère.*

2° *Alimentation automatique.* — Il peut arriver que la demande en vapeur de la turbine soit supérieure à celle qui lui est fournie par les machines primaires. Un détendeur de vapeur réglable à la main laisse alors arriver automatiquement la vapeur vive des chaudières. Bien que la détente subie par la vapeur vive se traduise par une perte de travail, on remarquera que, dans bien des cas, cela n'aura pas d'inconvénient, car ces appels de vapeur vive à la turbine correspondront à des moments où, par suite de l'arrêt momentané des machines primaires, les chaudières seront en surchage ou même échapperont à l'atmosphère. De plus, la détente communique une certaine surchauffe à la vapeur, ce qui diminue, dans une certaine mesure, la consommation totale de la turbine. Mais, si les arrêts en question sont importants, et si, comme cela se produit communément dans les mines, la turbine doit fonctionner, par exemple, toute la nuit, alors que la machine primaire est complètement arrêtée, cette marche par détendeur deviendrait onéreuse. On a recours alors au procédé suivant, dû à M. Rateau : la turbine à basse pression

est complétée par un corps de turbine à haute pression, destiné à recevoir la vapeur venant directement des chaudières : cette vapeur se rend ensuite à la turbine à basse pression qui utilise ainsi indifféremment, soit la vapeur venant de l'accumulateur, soit l'échappement du premier corps. Ce groupe de deux turbines, qui, pour les faibles puissances, ne comporte qu'un seul corps, doit être considéré comme une machine ordinaire à haute pression, disposée pour recevoir à tout moment, et utiliser de la meilleure manière, la vapeur de décharge d'un moteur primaire. On comprend aisément qu'une telle machine fonctionne continuellement dans les conditions les plus avantageuses. Avec un vide ordinaire, ce groupe ne consomme, en effet, que 8 kilogs environ de vapeur par cheval électrique, en pleine charge, quand il est uniquement alimenté par de la vapeur à 6 kilogs absolus, par exemple, et 15 à 16 kilogs, suivant les cas, s'il reçoit seulement de la vapeur d'échappement à la pression atmosphérique. L'admission de la vapeur vive et de la vapeur d'échappement est obtenue automatiquement au moyen d'un dispositif, imaginé par M. Rateau et breveté par lui, qui produit l'ouverture ou la fermeture des obturateurs à haute et à basse pression d'après les besoins, tout en les maintenant constamment sous l'influence du régulateur de la turbine.

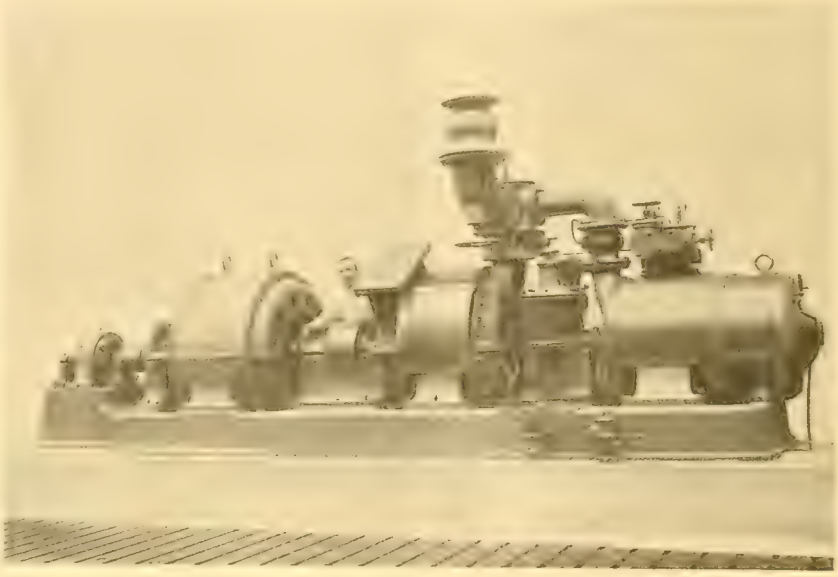


Fig. 7. — *Turbo-alternateur mixte en montage aux mines de la Réunion.*

La figure 7, représente une de ces turbines mixtes, actuellement en montage aux mines de la Réunion (Espagne).

IV. — Economies a réaliser et applications.

Les économies à réaliser par l'application du système Rateau sont de toute évidence et très importantes. D'abord, les frais de premier établissement du groupe à basse pression, par rapport à un groupe de même puissance à vapeur vive, seront moindres, puisque la turbine à basse pression n'exigera ni chaudière spéciale, ni, en général, l'installation d'un nouveau condenseur. D'autre part, les frais d'exploitation seront considérablement réduits, puisque les dépenses de combustible du groupe à basse pression seront, pour ainsi dire, nulles. Dans chaque installation, on connaît avec précision le prix de revient, en combustible, de l'énergie que l'on produit par les moyens habituels, et il est, par suite, facile de se rendre exactement compte de l'économie que peut apporter une machine qui atteint, comme nous l'avons montré, de grandes puissances, et qui ne consomme pas de combustible[1].

P. Chaleil,
Ancien élève de l'École Polytechnique.

[1] Ces quelques considérations nous ont permis, pensons-nous, d'attirer l'attention sur l'intérêt considérables qui s'attache à la récupération des vapeurs perdues pour la grande industrie. Pour terminer, nous pouvons citer, en dehors de l'installation de Bruay, qui fonctionne depuis deux ans et demi déjà, quelques applications du procédé Rateau dont la mise en service doit être prochaine. Ces quelques exemples montreront de plus la variété des applications dont sont susceptible les remarquables engins que sont les turbo-machines :

Applications en construction ou en montage (octobre 1904) : *Mines de la Réunion (Espagne)*. Accumulateur à vieux rails. Deux turbo-alternateurs à haute et basse pression de 220 kilowatts chacun. Condensation par éjecto-condenseur Rateau.

Mines de Béthune (Pas-de-Calais). Accumulateur à eau seule. Turbo-compresseur centrifuge à haute et basse pression de 350 chevaux, aspirant 60 mètres cubes d'air par minute et les comprimant à la pression absolue de 6 kilogs par centimètre carré.

Aciéries du Donetz (Russie). Accumulateur à plateaux de fonte en deux corps. Six turbo-dynamos à courant continu de 350 chevaux chacune.

Aciéries Poensgen, à Dusseldorf. Accumulateur à plateaux de fonte. Turbo-dynamo de 650 chevaux sur condensation centrale Balcke déjà existante.

Mines de Firminy (Loire). Accumulateur à eau. Turbo-alternateur de 250 chevaux.

Mines de Hibernia (Westphalie). Accumulateur à eau. Turbo-alternateur de 365 kilowatts.

Aciéries de Rombach, à Rombach. Accumulateur à eau. Deux turbo-dynamos de 500 kilowatts sur condensation centrale Balcke déjà existante.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Humbert (G.), *Membre de l'Institut, Professeur à l'Ecole Polytechnique.* — **Cours d'Analyse** *professé à l'Ecole Polytechnique, tome II* : **Compléments du Calcul intégral, Fonctions analytiques et elliptiques, Equations différentielles.** — 1 *vol. gr. in*-8° (*Prix* : 16 *fr.*). *Gauthier-Villars, éditeur, Paris*, 1904.

Le second volume de ce *Cours d'Analyse* contient es matières enseignées par M. Humbert aux élèves de seconde année de l'Ecole Polytechnique; dans une courte préface, l'auteur précise le caractère à la fois pratique et élevé qu'il a voulu donner à son enseignement : il a pleinement atteint son but, en conduisant son auditoire jusqu'aux parties les plus élevées de l'Analyse par les méthodes les plus simples et le mieux appropriées aux applications; plus d'un ancien élève de nos grandes écoles scientifiques se plaira à la lecture de ce livre, dans lequel se trouvent traitées, d'une façon aisée et féconde en aperçus nouveaux, bien des questions dont l'étude, il n'y a pas encore longtemps, était laborieuse et souvent peu suggestive.

L'ouvrage est divisé en trois parties. Dans la première, le Calcul intégral se complète par l'étude des *intégrales multiples et de leurs principales applications.* La définition de l'intégrale double, puis d'une intégrale multiple quelconque, est établie avec rigueur et simplicité; la pratique du calcul d'une intégrale multiple est accompagnée de nombreux exemples simples et usuels, volumes, centres de gravité, moments d'inertie, etc., etc. Le changement de variables, d'abord présenté de façon intuitive, est ensuite établi rigoureusement en changeant successivement chaque variable; puis vient l'étude de l'intégration multiple dans le cas d'un champ infini ou de discontinuités dans le champ de l'intégration : l'auteur insiste avec soin sur la différence qui existe entre ce problème et son analogue dans le cas de l'intégration simple. Cette première partie se termine par les généralités sur les intégrales de lignes et de surfaces, avec les importantes formules de Green, d'Ostrogradsky et de Stokes, et par les applications habituelles de la théorie des intégrales multiples : intégration sous le signe $\int$, calcul de certaines intégrales définies telles que :

$$\int_0^\infty e^{-x^2}dx,$$

problème des tautochrones, intégrales eulériennes avec l'application qu'en a faite M. Hilbert à la démonstration de la transcendance du nombre e.

La seconde partie est consacrée aux *fonctions analytiques*; une fois posées les définitions préliminaires, le théorème fondamental de Cauchy sur l'intégration d'une fonction analytique d'une variable imaginaire est immédiatement déduit de la formule de Green, et il est suivi de ses conséquences ordinaires : développements de Taylor, de Laurent, de Fourier; propriétés générales des fonctions holomorphes et méromorphes, théorème de Mittag-Leffler, d'où se déduit celui de Weierstrass sur la décomposition d'une fonction entière en facteurs primaires. Le théorème de Cauchy est ensuite appliqué au calcul des intégrales définies; la périodicité du sinus est mise en évidence par l'étude de l'intégrale :

$$\int_{z_0}^{z} \frac{dz}{\sqrt{1-z^2}},$$

et cette même étude, faite sur l'intégrale :

$$\int_{z_0}^{z} \frac{dz}{\sqrt{(z-e_1)(z-e_2)(z-e_3)}},$$

amène aux fonctions doublement périodiques.

M. Humbert a rassemblé sous un très petit volume les éléments essentiels de la théorie des *fonctions elliptiques*; on peut dire que rien n'y manque, car le lecteur trouvera là tout ce qui est nécessaire aux applications et au calcul numérique; la théorie est faite suivant l'usage maintenant établi, en partant des fonctions de Weierstrass $\zeta(u)$ et $p(u)$, définies par des séries doubles; elle est appliquée au calcul des intégrales elliptiques et aux questions habituelles de Géométrie et de Mécanique : cubiques planes, polygones de Poncelet, pendule simple; toutes ces questions sont traitées avec autant d'élégance que de simplicité.

La troisième partie traite des *équations différentielles.* Le premier chapitre est consacré à l'équation du premier ordre; après avoir défini l'intégrale générale, l'intégale singulière, en avoir donné l'interprétation géométrique, et montré que l'intégrale singulière n'existe généralement pas, M. Humbert indique les cas usuels d'intégration : équations homogènes, linéaires, de Bernouilli, de Lagrange et Clairaut, propriétés des intégrales de l'équation de Riccati; il étudie le facteur intégrant, fait connaître quelques méthodes de transformation parfois avantageuses, et termine par de nombreuses applications géométriques : problème des trajectoires, lignes de courbure des quadriques, asymptotiques d'une surface réglée, systèmes conjugués, intégration algébrique de l'équation d'Euler. Les équations d'ordre supérieur au premier, qui sont immédiatement réductibles au premier ordre, donnent lieu à de nouvelles applications : courbe élastique, courbes de poursuite, lignes géodésiques d'une surface; à propos de ces dernières lignes, l'auteur insiste sur la forme réduite correspondante du ds^2 de la surface considérée, et il s'en sert pour obtenir, par la transformation de Liouville, les lignes géodésiques de l'ellipsoïde préalablement rapporté à ses lignes de courbure; il en déduit aussi les propriétés les plus importantes des lignes géodésiques. Le chapitre suivant est consacré aux théorèmes généraux d'existence de l'intégrale d'un système simultané d'équations différentielles du premier ordre; après avoir établi à ce sujet le théorème général de Cauchy, l'auteur observe la mobilité habituelle des points critiques des intégrales; il précise ces points dans le cas spécial d'un système linéaire; puis il applique le théorème de Cauchy pour démontrer l'uniformité de la fonction inverse de l'intégrale :

$$\int_{z_0}^{z} \frac{dz}{\sqrt{z^3-q_2z-q_3}};$$

ensuite, il étudie les propriétés classiques des équations et systèmes d'équations linéaires, ainsi que le cas usuel des coefficents constants et les cas qui s'y ramènent, et il termine par l'étude des intégrales d'une équation linéaire aux environs d'un point critique, en appliquant cette étude à la recherche des équations linéaires du second ordre dont l'intégrale générale est méromorphe dans tout le plan à distance finie, et en particulier est entière ou rationnelle : l'équation de Lamé lui fournit un exemple intéressant. Enfin, un dernier chapitre est consacré aux équations aux *dérivées partielles*; après les généralités sur les éléments

arbitraires de l'intégrale, l'intégration de l'équation linéaire du premier ordre est ramenée au système simultané connu d'équations différentielles ordinaires; la méthode, présentée analytiquement, est interprétée par la Géométrie en introduisant les courbes caractéristiques sur les surfaces intégrales; application en est faite aux exemples connus, et aussi à l'équation aux différentielles totales. Ensuite vient l'étude de l'équation générale du premier ordre, faite à l'aide de l'intégrale *complète*; la détermination d'une telle intégrale est exposée suivant la méhode de Lagrange et Charpit; le chapitre se termine par quelques exemples simples d'équations d'ordre supérieur au premier. Des exercices intéressants et résolus, notamment sur les fonctions elliptiques, complètent cet excellent ouvrage.

M. Lelieuvre,
Professeur au Lycée et à l'École des Sciences de Rouen.

2° Sciences physiques

Reiss (R. A.), *Docteur ès-sciences, Chef des travaux photographiques à l'Université de Lausanne.* — **La Photographie judiciaire.** — 1 *vol. in-8° raisin de* 232 *pages avec* 77 *reproductions et* 6 *planches hors texte* (*Prix* : 16 *fr.*). *Charles Mendel, éditeur. Paris*, 1904.

La plaque photographique est un témoin de premier ordre, qui voit et qui se souvient. Son témoignage, enregistré dans le dernier détail, est reproduit par elle à tel nombre d'exemplaires que l'on désire, dans un langage universel, plus fidèle que toutes les langues, le dessin.

Ces axiomes fondamentaux, évidents dès le début de la photographie, ont fait reconnaître depuis longtemps l'immense intérêt que présentent de pareils témoignages. Si ces principes avaient de l'importance dès le début de la photographie, au temps de Daguerre, puis au temps des procédés au collodion humide et au collodion sec, combien ils en ont davantage depuis que le gélatino-bromure d'argent a permis des poses incomparablement plus courtes, et depuis que les appareils, légers et pratiques, sont devenus les merveilles que l'on connaît.

Grâce à tous ces perfectionnements, on a pu substituer aux longues poses des premières années les poses instantanées atteignant le dixième, puis le centième, puis même le millième de seconde ; enfin, comme l'on sait, on a pu, par une série de vues instantanées, prises à des intervalles très courts, restituer dans le cinématographe le mouvement lui-même, dans des conditions de fidélité merveilleuses.

La plaque peut donc reproduire tout ce qui se voit à l'œil nu ; mais elle peut montrer bien davantage. Associée au microscope ou au télescope, elle reproduit les préparations les plus fines, comme aussi la position des astres, et la structure même de ceux qui ont un diamètre apparent. Il y a même plus encore : grâce à la sensibilité extrême des préparations et à la faculté que l'on a de prolonger la pose, des différences d'éclat ou de couleur inappréciables pour l'œil humain se trouvent reproduites par la plaque. L'invisible pour notre œil n'est donc plus, en beaucoup de cas, l'invisible pour elle. — On voit donc combien les documents graphiques, impersonnels, que donne l'objectif, ont d'intérêt toutes les fois qu'il s'agit de fournir des preuves.

Toutefois, pour que l'on puisse obtenir des reproductions correctes ou même excellentes, il s'en faut, et de beaucoup, qu'il suffise de déclancher un obturateur. On ne peut devenir un opérateur de talent que lorsque l'on connaît familièrement, par théorie et par pratique, les règles géométriques de la perspective, l'optique photographique, l'art d'éclairer convenablement un sujet, soit à la lumière du jour, soit aux lumières artificielles, le temps de pose, le développement et les traitements complémentaires, enfin bon nombre de recettes et de tours de mains, constituant ce que l'on appelle le métier.

Si toutes ces connaissances peuvent être acquises avec une facilité relative lorsqu'on veut pratiquer uniquement une spécialité, portrait, paysage, monuments, intérieurs, instantanés rapides, reproduction de tableaux ou de dessins, machines, animaux, photographie microscopique, radiographie, il est incomparablement plus difficile d'acquérir à la fois sur tous ces points une sérieuse compétence, et d'être prêt à pratiquer l'un après l'autre des métiers si divers, de façon à donner aux documents que l'on réunit un caractère de rigoureuse exactitude. Or, si le cliché photographique doit être étudié par détail et servir de preuve, on ne saurait apporter trop de soins à tout ce qui concerne l'art de le préparer.

L'instruction judiciaire des affaires civiles ou criminelles, qui est devenue progressivement une véritable science, a fait tout naturellement appel à la photographie. Vu la diversité des affaires étudiées, le photographe judiciaire, qu'il soit expert lui-même ou qu'il soit seulement auxiliaire d'une expertise, doit être prêt à pratiquer sans hésitation toutes les spécialités signalées plus haut.

Depuis longtemps déjà, des savants de premier ordre ont obtenu de remarquables photographies, en France et à l'Etranger, et leurs travaux sont justement estimés des magistrats comme des savants qui ont eu à les étudier de près. Pour ce qui concerne la France, les fiches signalétiques de M. Bertillon sont célèbres, comme aussi les travaux du laboratoire dirigé par M. Ogier, en particulier la belle série faite, il y a quelques années, pour l'étude des attentats à la dynamite dont Paris à conservé la mémoire.

Sur divers sujets spéciaux, il avait aussi été publié jusqu'ici des travaux particuliers, monographies importantes et citées comme des modèles. On peut mentionner comme tels les travaux de M. Bertillon sur la photographie signalétique, et ceux de MM. Dennstedt, Schöpf et Jesserich sur l'expertise photographique des documents écrits. Mais un traité écrit spécialement sur la photographie judiciaire faisait défaut jusqu'ici. Il vient de nous être fourni, à la librairie Mendel, par M. le docteur Reiss, chef des travaux photographiques à l'Université de Lausanne, rédacteur en chef de la *Revue suisse de Photographie*.

Après avoir rappelé, au début de son livre, les études antérieures sur le même sujet, l'auteur aborde les divers ordres de travaux qui sont usuels en photographie judiciaire.

Les appareils sont examinés tout d'abord. Les petits formats et les chambres à main spéciales à la prise des instantanés ne peuvent être employés que dans quelques cas, tels qu'incendies, bagarres, manifestations. Les critiques adressées, au début, à ces formats très petits n'ont plus de raison d'être, depuis que l'extrême précision est devenue courante pour les bons opticiens comme pour les bons constructeurs. — Des indications pratiques sont ensuite données sur les chambres et objectifs de grand format, ainsi que sur le pied, organe de première importance lorsqu'il s'agit d'amener l'objectif à viser dans une direction inclinée, ou même dans la verticale, comme pour photographier un cadavre étendu sur le sol, ou des empreintes de pas.

La première et la plus usuelle des opérations du photographe judiciaire est la prise de vues du théâtre d'un crime, les unes générales, les autres particulières, donnant les taches de sang, les traces d'effraction, les empreintes digitales, enfin la situation même du cadavre tel qu'il a été découvert.

Un autre problème usuel est celui qui consiste à photographier un cadavre inconnu, aux fins de reconnaissance. Ce problème présente assez souvent de réelles difficultés, surtout lorsque le cadavre est ancien, ou lorsque le visage porte des blessures ou meurtrissures importantes. L'auteur décrit les moyens employés par lui pour amener à se rouvrir les yeux fermés par

la mort, les faire briller, et donner par ces moyens et quelques autres une apparence de vie qui permettra de reconnaître mieux l'identité recherchée.

Un chapitre fort important est relatif à l'examen des détails invisibles pour l'œil, mais visibles sur la plaque photographique. Dans ce chapitre, l'auteur fait largement usage des propriétés des diverses radiations du spectre, ainsi que de l'emploi des plaques orthochromatiques et des écrans colorés. L'habile emploi des unes ou des autres permet de retrouver sur des linges des traces de sang, même après lavage. — La microphotographie permet d'identifier les taches dont la photographie n'a donné que l'aspect. — La radiographie rend aussi très couramment des services, soit pour montrer des fractures ou un projectile logé dans les parties profondes, soit pour distinguer, comme l'on sait, les diamants vrais des diamants artificiels.

L'examen photographique des documents écrits est aussi une importante question à laquelle l'auteur a attaché tous ses soins. C'est là un des passages les plus curieux de ce livre. Diverses études spéciales, restées justement célèbres, ont établi les principes de cet examen scientifique, en vue de la reconnaissance des grattages ou falsifications.

Aux méthodes antérieures employées pour rechercher, par l'aspect du papier, les grattages, et, par l'étude des caractères écrits, les altérations ou additions frauduleuses, les recherches modernes ont apporté d'utiles compléments. En 1897 et 1898, M. Bertillon a fait voir qu'indépendamment des caractères visibles que l'encre trace sur une feuille de papier, il existe aussi des caractères, invisibles directement, et formant, dans les cas les plus favorables, d'une part, une image, inverse de la première, sur une feuille de papier blanc qui a séjourné contre elle, d'autre part, et en même temps, une image profonde, incolore, présente dans la feuille écrite, et pénétrant dans une certaine région, au-dessous de la surface, de sorte qu'un grattage superficiel, qui enlève toutes les matières noires, ne la fait pas disparaître.

Cette image inverse ou cette image profonde des caractères ne sont visibles d'emblée ni pour l'œil, ni pour l'objectif; mais elles le deviennent par un traitement très simple, puisqu'un fer chaud, lorsqu'on repasse la feuille, fait de ces traits blancs des traits jaunâtres. A la suite de M. Bertillon, l'auteur du livre, aidé d'un de ses élèves, M. Gerster, a étudié ce phénomène, et attribué sa production à la présence dans l'encre des acides oxalique et sulfurique. L'ouvrage contient deux spécimens intéressants de ce mode de reproduction de l'écriture.

La photographie signalétique fait l'objet d'un chapitre spécial, où sont exposés par détail les procédés les meilleurs pour la préparation de ces documents importants qui sont les fiches anthropométriques. En même temps, se trouvent exposés le mode d'établissement et le mode de classement des fiches anthropométriques, créés par M. Bertillon dans son service, et reproduits depuis lors dans les services judiciaires de toutes les nations. Les explications données à ce sujet sont trop techniques pour qu'il soit possible de les reproduire ici. Ces règles scientifiques si précises ont été justement appréciées partout où l'on en a fait usage.

Dans un dernier chapitre, très nouveau par son objet, l'auteur décrit un nouvel appareil de photographie métrique appliquée aux constatations judiciaires, appareil inventé par M. Bertillon. Cet appareil doit résoudre un problème de géométrie perspective :

On donne une vue photographique, telle que la vue d'une salle et des objets qui s'y trouvent. — Trouver, en vraie grandeur, les dimentions de la salle et de tous ces objets, de manière à en construire, s'il est nécessaire, un modèle géométrique, à telle échelle que l'on voudra.

Dans le cas général, et pour le cas d'un objet de forme quelconque, ce problème ne peut être résolu par l'emploi d'une seule perspective. Mais il devient possible de restituer, par l'emploi d'une perspective unique, une figure dont tous les points sont dans un même plan horizontal. D'ordinaire, la perspective est dessinée sur un plan vertical, avec un objectif dont l'axe est horizontal. Connaissant la position du centre optique par rapport à la plaque, et connaissant aussi la hauteur de l'axe de l'objectif au-dessus du sol, on a tous les éléments de la restitution cherchée. — Pour réaliser simplement et sûrement les conditions géométriques du problème, M. Bertillon a fait construire une chambre noire rigide, fonctionnant avec des objectifs dont les foyers sont respectivement de 5, 10, 15, 20 et 30 centimètres. La mise au point ne déplace l'objectif que de quantités fort petites. Il n'y a pas de décentrement. L'axe de l'objectif est, dans chaque cas, élevé, au-dessus du sol, de 50 centimètres, de 1 mètre ou de 1m 50. Ces conventions permettent de résoudre le problème dans des conditions particulièrement simples et rigoureuses.

L'ouvrage de M. Reiss est un livre vécu, qui contient beaucoup de faits, présentés avec netteté et avec méthode. Il peut être lu utilement, non seulement par les photographes de métier, mais par tous ceux qui ont reconnu l'importance de ce merveilleux moyen de preuve et mode d'étude qu'est la photographie scientifique. Les planches nombreuses et remarquables qui illustrent cet ouvrage mettent sous les yeux mêmes du lecteur de beaux exemples des résultats obtenus par l'auteur.

L. Pigeon,
Professeur de Chimie
à la Faculté des Sciences de Dijon.

Teyssier (R.). — **Manuel guide de la fabrication du Sucre.** — 1 *vol. in-8° de 428 pages et 128 figures (Prix : 9 fr.) Naud, éditeur. Paris*, 1904.

M. Teyssier a écrit ce volume pour les contre-maîtres et les surveillants des fabriques de sucre. Le contre-maître a, dans la sucrerie, une tâche particulièrement difficile. Ce sont les connaissances techniques qu'il lui est nécessaire de posséder que M. Teyssier a exposées dans son manuel. Celui-ci, s'adressant à des hommes qui n'ont pas, en général, reçu une instruction très avancée, devait être avant tout simple, élémentaire et pratique. Nous pouvons dire que l'auteur a pleinement satisfait à ce désidératum. Son livre est très clair et très facilement compréhensible. Les figures et les dessins schématiques qui accompagnent le texte ajoutent encore à sa clarté.

M. Teyssier s'est efforcé de prévoir toutes les difficultés que le contre-maître devra surmonter. Il lui trace sa tâche depuis la mise en route de la sucrerie jusqu'au démontage du matériel, décrivant la marche normale de la fabrique et signalant les diverses avaries qui peuvent survenir, les moyens à employer pour les éviter ou y remédier.

L'auteur décrit aussi le rôle du contre-maître au point de vue de l'administration de l'usine.

Enfin, dans un appendice très documenté, sont accumulés une foule de renseignements nécessaires au contre-maître (conduite des moteurs, renseignements mathématiques, législation, etc.).

En résumé, excellent travail, qui rendra sûrement service aux praticiens.

X. Rocques,
Ingénieur chimiste.
Ancien chimiste principal du Laboratoire municipal de la Ville de Paris.

Dugast (J.), *Directeur de la Station agronomique d'Alger.* — **L'Industrie oléicole. Fabrication de l'huile d'olive.** 1 *vol. de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire. (Prix : 2 fr. 50). Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris*, 1904.

Les lecteurs de la *Revue* trouveront, dans ce guide excellent, le développement des articles que M. Dugast a publiés sur l'industrie oléicole dans la *Revue* du 30 Mai et du 15 Juin 1904.

3° Sciences naturelles

Wahl (Maurice), *Inspecteur général honoraire de l'Instruction publique.* — **L'Algérie.** 4me *édition mise à jour par* M. Augustin Bernard. — 1 *vol. in-8° de* 450 *pages* (*Prix* : 5 *fr.*). *Alcan, éditeur, Paris,* 1904.

L'éloge de ce livre, qui est devenu classique, n'est plus à faire. La bonne ordonnance des matières, la précision de la forme, la modération des opinions lui ont amené la faveur du public. Mais, dans ces dernières années, l'Algérie a marché vite et l'œuvre de Wahl avait un peu vieilli : la mettre à jour était une tâche plus considérable qu'on ne serait tenté de le croire et particulièrement délicate, mais nul n'était plus autorisé à entreprendre cette tâche que M. Augustin Bernard, et il s'en est tiré à son grand honneur. Lui-même, dans l'avertissement qu'il a mis en tête de cette quatrième édition, a indiqué en deux lignes les raisons qui rendaient cette révision indispensable : la première édition fut, en effet, écrite à une époque où les idées d'assimilation de l'Algérie à la Métropole prévalaient encore dans le grand public. Depuis, au contraire, la thèse de décentralisation a pris de plus en plus de faveur et un certain nombre de mesures législatives et réglementaires sont venues la consacrer : même la série de ces mesures réorganisatrices n'est pas encore terminée. La politique de la France en Algérie a été toujours ballottée entre ces deux tendances qui correspondent à deux catégories d'esprits : ceux qui aperçoivent surtout les ressemblances et ceux qui sont davantage frappés par les différences des choses; c'est la seconde qui domine aujourd'hui.

Le motif qui rendait indispensable la mise à jour de l'ouvrage étant avant tout un motif actuel, on comprend que rien n'ait été changé à la partie historique. Il n'en est pas de même dans le reste du livre : il y a en premier lieu les documents statistiques, qui ont dû être tous renouvelés, et, sous ce rapport, M. A. Bernard ne s'est épargné aucune peine. D'autres additions concernent différents faits qui appartiennent à l'histoire politique du pays : par exemple l'exposé de la triste campagne antisémite de 1898, à propos de laquelle M. A. Bernard parle un langage d'homme de cœur qu'approuveront tous les Français. Il donne également la note juste sur ce qu'on a appelé le « péril étranger », dû aux naturalisations hâtives que confère aux Espagnols et aux Italiens la loi de 1889. Les réorganisations administratives de l'Algérie depuis 1900, l'institution des Délégations financières algériennes, le budget spécial sont la matière de pages nombreuses et lucides. Les chapitres des questions indigènes sont de ceux où M. A. Bernard a le plus profondément modifié l'œuvre de Wahl. Celui-ci avait déjà montré le danger des illusions assimilatrices, dans la quatrième édition : cette manière de voir est encore plus accentuée ; elle se concilie, du reste, avec des tendances très sympathiques à l'élément indigène et à toutes les mesures qui ont pour objet d'augmenter son bien-être et de l'associer à notre œuvre civilisatrice. Le plan de la dernière partie du livre (*Les forces productrices*) a été amélioré; un chapitre sur l'élevage est presque entièrement nouveau. Au chapitre des forêts, il a été tenu compte des nombreuses protestations qu'a soulevées depuis quelque quinze ans l'application trop stricte du code forestier; les mines font aussi l'objet de quelques pages entièrement nouvelles et très substantielles. Enfin, les études spéciales que M. A. Bernard a faites sur les chemins de fer algériens lui ont permis d'écrire à ce sujet un chapitre instructif et qui est en ce moment singulièrement actuel.

Cette brève énumération suffit pour montrer le travail considérable qu'a nécessité la mise à jour de l'œuvre de Maurice Wahl. Il eût été facile à M. Augustin Bernard d'écrire un nouveau livre sur l'Algérie, au lieu de se borner à améliorer celui d'un de ses prédécesseurs. Cependant, cette dernière œuvre, plus modeste, est plus profitable à la science. Si chaque ouvrier doit recommencer un nouvel édifice, le travail scientifique manquera de coordination : tous les travailleurs sont plus ou moins solidaires, et la bonne foi scientifique exige qu'ils affirment cette solidarité soit en citant les travaux de leurs devanciers dont ils ont toujours profité, soit en se vouant à la conservation de l'œuvre de leur prédécesseur. Les Allemands ont ainsi quantité d'excellents *Handbucher*, remis successivement à jour depuis de longues années par une série de savants et portant toujours pieusement en tête le nom de l'auteur primitif. C'est là une excellente mode à adopter, car elle témoigne des bonnes mœurs scientifiques et de ce parfait désintéressement sans lequel il n'est pas de vraie science.

Edmond Doutté,
Chargé de cours à l'Ecole supérieure des Lettres d'Alger.

4° Sciences médicales

Laveran (A.) et **Mesnil** (F.). — **Trypanosomes et Trypanosomiases.** — 1 *vol. in-8° de* 418 *pages* (*Prix* : 10 *fr.*). *Masson et Cie, éditeurs. Paris,* 1904.

La Pathologie et la Bactériologie se sont enrichies depuis moins de cinq ans de toute une série de connaissances nouvelles sur ce groupe de *Protozoaires*, parasites du sang de nombreuses espèces animales et de l'homme, qui porte le nom de *Trypanosomes*. C'est à MM. Laveran et Mesnil que nous sommes redevables d'une grande partie de ces connaissances : personne ne pouvait donc, mieux que ces deux savants, nous présenter une synthèse de leurs travaux et de ceux de leurs contemporains.

Modestement, ils s'excusent de ne pas avoir attendu quelques années pour écrire ce livre, « parce que la riche moisson de découvertes concernant ces hématozoaires est loin d'être terminée ». Il faut, au contraire, leur savoir gré de ce qu'ils ont pris la peine de réunir en un volume, admirable de clarté et de précision, toutes les monographies concernant les Trypanosomes que le travailleur isolé ne peut aller chercher dans les recueils scientifiques des divers pays. Ils rendent surtout aux médecins de nos colonies et aux bactériologistes de nos laboratoires exotiques un service immense, et il faut espérer que tous sauront leur témoigner leur gratitude en contribuant à augmenter, par l'apport de nouveaux matériaux et de nouvelles observations, le trésor scientifique dont ils leur ont donné la clef.

La découverte du premier Trypanosome date de 1841 : elle fut faite par Valentin (de Berne), dans le sang de la truite (*Salmo fario*). Depuis cette époque, on a signalé successivement l'existence de parasites appartenant au même groupe chez les Batraciens et les Poissons. Mais ce sont surtout les travaux de Lewis, de Crookshank, de Danilewsky et Chalachnikov sur le Trypanosome du rat (1878-1888), qui attirèrent l'attention des zoologistes sur ces hématozoaires.

Les bactériologistes ne soupçonnèrent le rôle considérable qu'ils jouent en Pathologie qu'à partir de la publication sensationnelle de Bruce, établissant que le *Nagana* du Zoulouland — cette maladie meurtrière du bétail que véhicule la mouche Tsé-Tsé — est due à un Trypanosome (1897).

Dès lors, les découvertes et les travaux se succèdent en séries ininterrompues : c'est, en premier lieu, le mémoire de Rabinowitsch et Kempner, abordant l'étude cytologique du Trypanosome du rat (*Trip. Lewisii*); puis celui de Wasielewski et Senn, et enfin ceux, tout à fait importants de Laveran et Mesnil sur le même sujet.

Le Trypanosome du rat, par la fréquence avec laquelle on le rencontre dans presque toutes les contrées du globe, par son aptitude à servir pour l'expérimentation, était tout désigné pour constituer un type d'étude. Aussi Laveran et Mesnil en ont-ils tiré un

excellent parti. Ils ont précisé, grâce à lui, une foule de faits encore mal connus sur la biologie et la cytologie du parasite, sur la technique de sa coloration, sur les modes naturels d'infection et sur le mécanisme de l'immunité active et passive. Leurs travaux ont été complétés tout récemment par Mac Neal et Novy, qui ont réussi à en obtenir des cultures en séries sur des milieux artificiels.

Après deux excellents chapitres sur la technique pour l'étude des Trypanosomes et sur la morphologie, la biologie et la cytologie de ces Flagellés, Laveran et Mesnil exposent successivement tout ce que l'on sait aujourd'hui des Trypanosomes parasites, ordinairement non pathogènes, du rat, de la souris, du lapin, du cobaye, du hamster, du spermophile, des chauve-souris.

Ils abordent ensuite la série déjà longue des Trypanosomes pathogènes et des maladies qu'ils provoquent. On désigne aujourd'hui celles-ci sous le nom de *Trypanosomiases*. Les unes frappent exclusivement certaines espèces animales, les autres l'homme.

La première Trypanosomiase animale dont ils traitent est précisément la maladie étudiée par Bruce au Zoulouland, et par eux-mêmes, dans deux Mémoires publiés dans les *Annales de l'Institut Pasteur*, en 1902. Le *Tryp. Brucei*, qui la produit, est susceptible d'infecter presque tous les Mammifères, sauf l'homme. Les animaux les plus sensibles sont la souris, le rat, le chien et le singe. Viennent ensuite, par ordre de sensibilité, le lapin, le cobaye, les équidés, le porc, les bovidés, les caprins et les ovinés. Les symptômes qu'ils présentent sont caractérisés par une fièvre à type rémittent, des œdèmes et une anémie à marche ordinairement rapide.

Cette affection est le plus souvent mortelle. Les explorateurs et les colons de l'Hinterland africain, surtout dans la région du Zambèze, en ont toujours eu beaucoup à souffrir pour leur bétail. Sa propagation est due à la trop fameuse mouche *tsé-tsé* (*Glossina morsitans*). Bruce a montré que le sang des animaux sauvages du Zoulouland (buffles, hyènes) contient souvent le Trypanosome sans qu'ils en soient autrement incommodés, et qu'ils constituent un réservoir de virus où vont puiser constamment les tsé-tsé. Celles-ci transportent alors la maladie aux animaux domestiques qu'on introduit dans ces régions.

Laveran et Mesnil ont essayé l'action *in vitro* d'un grand nombre de substances chimiques sur le Trypanosome du Nagana. Ils considèrent l'acide arsénieux comme un bon agent microbicide pour ces parasites, mais ils n'ont pas réussi à guérir les animaux infectés. En revanche, ils ont obtenu de bons résultats en injectant à ceux-ci du sérum humain à doses répétées. Malheureusement, ce moyen thérapeutique ne présente qu'un intérêt purement théorique pour l'instant.

On ne connaît donc pas de remède contre le Nagana. Mais il est probable qu'on pourrait, dans une certaine mesure, réaliser l'assainissement des pays infectés en y détruisant le gros gibier dans le sang duquel la tsé-tsé puise le virus.

Laveran et Mesnil décrivent ensuite les Trypanosomiases des chevaux : celle des chevaux de Gambie, signalée par Dutton et Todd (1903) ; celle du *Surra*, due au *Tryp. Evansi*, qui ressemble beaucoup au Nagana et frappe les chevaux, les chameaux, les bovidés dans l'Inde et à Maurice, et peut-être les éléphants en Birmanie ; celle du *Caderas*, produite par le *Tryp. equinum* (Voges), découvert par Elmassian au Paragay ; et celle connue sous le nom de *Dourine* (*Tryp. equiperdum*, *Doflein*), maladie bizarre dont certains symptômes rappellent la syphilis humaine et qui se transmet, comme celle-ci, mais exclusivement, par le coït.

La Trypanosomiase humaine fait l'objet d'un chapitre d'une importance extrême pour les médecins appelés à exercer en Afrique occidentale. Elle a été l'objet d'un grand nombre de recherches depuis que Dutton en a signalé l'existence dans la Gambie et a décrit son parasite sous le nom de *Tryp. Gambiense* (1902). Cette découverte fut bientôt confirmée par Manson, Bruce, Brumpt, Baker ; mais on ne soupçonnait pas ses rapports avec la maladie du sommeil, lorsque Castellani, examinant le liquide cérébro-spinal de nègres de l'Ouganda (1903) atteints de cette dernière affection, y découvrit des Trypanosomes qu'on identifia plus tard avec le *Gambiense*. On l'a retrouvé depuis à peu près constamment dans tous les cas de maladie du sommeil (Bruce, Brumpt, Dutton, etc.), affection toujours mortelle, répandue dans les bassins du Sénégal, du Niger, du Congo et du Nil supérieur, mais qu'on n'a observée jusqu'à présent, ni dans l'Afrique du Sud, ni dans l'Afrique du Nord.

Le *Tryp. Gambiense* s'est montré inoculable à plusieurs Mammifères : chien, chat, lapin, cobaye, rat, cheval, âne, mouton et certaines espèces de singes. Il est véhiculé et inoculé à l'homme par une mouche analogue à la tsé-tsé et qui est la *Glossina palpalis*. Cette mouche est particulièrement abondante au Rio Nunez (Sénégambie), où la maladie du sommeil règne en permanence.

Les chapitres qui terminent le livre traitent des Trypanosomes des oiseaux, des reptiles, des batraciens et des poissons, dont l'intérêt est surtout morphologique et zoologique. Enfin, un appendice résume la description, d'après Austen et Bruce, des différentes mouches tsé-tsé, qui jouent un si grand rôle dans la propagation des Trypanosomiases.

On voit que ce très important ouvrage vient à point pour servir de guide non seulement aux bactériologistes, mais aussi aux médecins qui tiennent à se tenir au courant de toute cette branche nouvelle de la Pathologie, dont l'exploration, à peine commencée, nous réserve sans doute encore bien des surprises. Il s'en dégage, outre de magnifiques enseignements et de multiples suggestions, ce fait que, plus que jamais, dans les pays chauds surtout, on doit systématiquement pratiquer la recherche des Hématozoaires dans le sang de tous les animaux et de tous les malades.

Dr A. Calmette,
Membre correspondant de l'Institut
et de l'Académie de Médecine,
Directeur de l'Institut Pasteur de Lille

5° Sciences diverses

De Pietra-Santa (J.), *Chef de la Section des Automobiles à la Préfecture de Police*. — **L'Aide-mémoire de l'Automobile.** (Réglementation, législation, jurisprudence, conseils pratiques, renseignements utiles.) — 1 *vol. in-12 de* 110 *pages* (*Prix* : 2 *fr.* 50). *Veuve Ch. Dunod, éditeur, Paris*, 1904.

L'Aide-mémoire de M. de Pietra-Santa présente, sous une forme alphabétique pratique, un résumé des cas envisagés par la réglementation compliquée à laquelle sont soumis les chauffeurs.

Faire connaître à chacun ses droits et ses devoirs dans une circonstance déterminée, tel est le but, parfaitement rempli, de ce vade-mecum. Une critique cependant. L'auteur a cru devoir consacrer une page à la circulation des canots automobiles, bien qu'elle ne fasse actuellement l'objet d'aucune réglementation spéciale. Le chapitre eût gagné à recevoir quelques développements, sous forme d'indications utiles, étant donnée l'importance croissante que prend aujourd'hui cette forme du yachting. Cette réserve n'enlève d'ailleurs rien à la valeur de ce petit livre, bien conçu, et qui peut rendre de réels services. L. R.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 31 Octobre 1904 [1].

1° Sciences mathématiques. — M. **P. Lowell** a déterminé de nouveau la rotation de Vénus par des mesures spectrographiques. Il trouve, pour la vitesse V d'un point de l'équateur de Vénus, la valeur $-0,005 \pm 0,008$ kilomètre par seconde. — Les mêmes mesures, faites sur Mars, ont donné $V = 0,228 \pm 0,036$ kilomètre par seconde, soit une période de rotation de 25 h. 35 m. La véritable période est 24 h. 37 m. — M. **G. Millochau** fait l'historique de la question de l'emploi du micromètre à la mesure des petits diamètres et des étoiles doubles.

2° Sciences physiques. — M. **L. Neu** décrit un dispositif de sûreté pour les canalisations électriques à haute tension, utilisant la différence élevée de potentiel qui se produit entre les points neutres des extrémités lorsqu'un conducteur se rompt. — M. **Clos** signale un cas d'assez longue phosphorescence émise par l'aubier d'un gros merisier. — MM. **Ph.-A. Guye** et **Al. Pintza** ont déterminé le poids moléculaire du protoxyde d'azote Az^2O, lequel est de 44,026. On en déduit, pour le poids atomique de l'azote, la valeur 14,013. — M. **Kohn-Abrest** a déterminé le poids atomique de l'aluminium, soit en l'attaquant par HCl et dosant à l'état d'eau l'H dégagé, soit en déterminant la quantité d'alumine qu'il fournit par combustion. La première méthode a donné $Al = 27,05$; la deuxième $Al = 27,09$. — MM. **R. Duchemin** et **J. Dourlen** ont constaté que les alcools méthylique et éthylique sont susceptibles de s'oxyder à leur température d'ébullition en présence de métaux, en donnant naissance à des quantités d'acides qui croissent avec la durée de la distillation. — M. **V. Auger**, en faisant réagir les dérivés halogénés du phosphore blanc sur les composés alcoylés halogénés, a obtenu des dérivés mono- et dialcoyl-phosphiniques. — M. **H. Leroux** a obtenu, par la méthode d'hydrogénation de MM. Sabatier et Senderens, le tétrahydrure de naphtalène $C^{10}H^{12}$, Eb. 206°, et le décahydrure, $C^{10}H^{18}$, Eb. 187°-188°. — M. **R. Sauvage**, par l'action de l'oxychlorure de phosphore sur les composés organo-magnésiens de la série aromatique, a obtenu des composés R^3PO et R^2POCl, ce dernier, après destruction par l'eau, donnant les composés $R^2PO(OH)$. — M. **J. Schmidlin** poursuit ses recherches sur les sels des rosanilines.

3° Sciences naturelles. — M. **A. Laveran** résume les notions actuellement acquises sur les trypanosomiases de l'Ouest africain français et sur les mouches piquantes susceptibles de propager ces maladies. — M. **J. Pellegrin** montre que les différences de structure de l'appareil pharyngien chez les Poissons du genre *Orestias* sont dues à l'adaptation à un régime alimentaire varié. — M. **H. Dubuisson** a étudié la résorption du vitellus pendant le développement embryonnaire de la vipère. — M. **de Montessus de Ballore** signale une remarquable coïncidence entre les géosynclinaux anciens et récents et les grands cercles de sismicité maxima. — M. **P. Termier** montre la continuité des phénomènes tectoniques entre l'Ortler et les Hohe Tauern. — M. **E.-A. Martel** donne les résultats de l'exploration du gouffre du Trou-de-Souci, à Francheville (Côte-d'Or). Il a 57 mètres de profondeur, et est traversé par une rivière souterraine.

Séance du 7 Novembre 1904.

1° Sciences mathématiques. — M. **Traynard** communique ses recherches sur une surface hyper-elliptique de degré 8. — M. **P. Helbronner** indique les triangulations géodésiques complémentaires des hautes régions des Alpes françaises qu'il a exécutées en 1903 et 1904. — M. **Ch. Renard** décrit un nouveau mode de construction des hélices aériennes, qui consiste à articuler les bras à la cardan à une petite distance de l'axe de rotation, en les laissant ainsi libres de prendre la direction de la résultante des trois forces qui lui sont appliquées. — M. **L. Lecornu** a recherché les causes de l'explosion d'une locomotive à la gare Saint-Lazare. On peut l'attribuer à une grande déchirure de la plaque tubulaire, ayant permis à l'eau chaude d'achever sa vaporisation au contact du charbon incandescent et de venir, en outre, frapper avec une grande vitesse les faces internes des parois du foyer.

2° Sciences physiques. — M. **E. Bose** rappelle que les phénomènes de diffusion rétrograde observés par M. Thovert avaient été prédits par M. Abegg et lui, comme conséquence de la théorie générale osmotique du couple galvanique de M. Nernst. — M. **Th. Tommasina** a reconnu que l'intensité et la durée du pouvoir radioactif qu'acquièrent les corps par induction sont proportionnelles à l'état d'ionisation du milieu, lorsque cet état est provoqué par une émisssion de rayons X. — Le même auteur a constaté l'existence d'une radio-activité propre aux êtres vivants, animaux et végétaux. — M. **J. Schmidlin** a observé que les rosanilines en solution alcoolique, plongées dans l'air liquide, offrent une diminution d'intensité de leur coloration rouge et acquièrent en même temps une belle fluorescence jaune-vert. — Le même auteur a déterminé les chaleurs de combustion du triphénylméthyle et du triphénylméthane. — M. **H. Moissan** a préparé le trifluorure de bore et le tétrafluorure de silicium par union directe des composants. Les corps obtenus sont absolument identiques aux composés préparés par d'autres réactions chimiques. — M. **F. Meyer** a obtenu l'iodure aureux amorphe par action de l'iode sur l'or au-dessus de 50°; à partir du point de fusion de l'iode, l'iodure aureux est cristallisé. L'iodure aureux est indécomposable par l'air sec à la température ordinaire, mais il l'est totalement par l'air humide. — M. **G. Urbain** a isolé par fractionnement des terres yttriques des terres colorées dont les solutions ne présentent à l'absorption que la bande Zδ ($\lambda = 488$) assez intense. — M. **Lespieau**, en faisant agir HBr, puis l'eau, sur le cyanure d'allyle, a obtenu l'amide $CH^3.CHBr.CH^2.COAzH^2$, qui donne par saponification l'acide β-bromobutyrique, F. 17°-18°. En enlevant le brome par la potasse, on arrive à l'acide crotonique. — M. **A. Kling** a étudié l'action d'un grand nombre d'oxydants sur l'acétol. Les uns fournissent de l'acide lactique, les autres les acides formique, acétique et carbonique. — M. **M. Berthelot** a étudié la dessiccation d'un certain nombre de plantes. A chaque instant, elle s'opère sensiblement avec une vitesse proportionnelle à la quantité d'eau restant dans la plante, et elle tend vers une limite approximative, où il se produit un équilibre. En d'autres termes, les plantes coupées ne se dessèchent pas entièrement à l'air; elles retiennent à froid une certaine dose d'eau, éliminable à la température de 110°. Les plantes ainsi privées d'eau à cette température peuvent réabsorber la vapeur d'eau contenue dans l'air ordinaire. Le phénomène de la des-

[1] Il résulte de la communication de M. Maillard sur l'expérience de Pérot, faite à la séance du 10 octobre, que la théorie du mouvement d'une molécule d'eau a conduit l'auteur à une formule nouvelle, renfermant, comme cas particulier, celle déjà indiquée par Braschmann.

siccation est donc réversible. — M. **A. Trillat** a reconnu que, dans la combustion des tabacs, il se forme des aldéhydes, notamment du formaldéhyde, qui se combine immédiatement avec les bases azotées entraînées par la fumée.

3° Sciences naturelles. — MM. **A. Desgrez** et **J. Ayrignac** ont observé une grande fréquence de l'adiposité chez les sujets atteints de dermatose. — MM. **Charon** et **Thiroux** décrivent une maladie des Equidés, avec altérations du système osseux, qui sévit à Madagascar; elle paraît être de nature infectieuse. — M. **Em. Yung** a étudié l'influence du régime alimentaire sur la longueur de l'intestin chez les larves de *Rana esculenta*. Les larves végétariennes ont constamment l'intestin plus long que les carnivores. — M. **I. Borcea** a reconnu que le rein des Elasmobranches a la même valeur que celui des Vertébrés supérieurs. — M. **P. Becquerel** montre que les protonémas d'*Atrichum* et d'*Hypnum*, au point de vue de la nutrition, se comportent comme des Algues vertes; dix éléments leur suffisent : Az, Fe, S, P, Mg, C, O, H et Ca ou K. — M. **Ed. Suess** présente quelques remarques sur l'apparition des roches basiques dans les niveaux de charriage ou près d'eux. — M. **P. Termier** explique la structure des Alpes du Tyrol, à l'ouest de la voie ferrée du Brenner, par le traînage du pays dinarique sur le pays alpin, et, après ce traînage, la poussée au vide, vers le sud, non seulement des Dinarides, mais d'une partie du pays alpin.

Séance du 14 Novembre 1904.

La Section de Mécanique présente la liste suivante de candidats pour la place laissée vacante par le décès de M. Sarrau : 1° M. **P. Vieille**; 2° MM. **G. Koenigs** et **L. Lecornu**; 3° MM. **M. Brillouin**, Colonel **Renard** et **J. Résal**.

1° Sciences mathématiques. — M. **Jouguet** montre qu'une discontinuité obéissant à la loi d'Hugoniot se propage moins vite que le son dans le milieu qui la suit, et plus vite dans le milieu qui la précède. — M. **G. Lippmann** décrit une méthode pour mesurer la vitesse de propagation des tremblements de terre. Pour avoir l'heure du commencement du phénomène en un point donné, il recommande l'emploi d'un chronomètre à pointage en relation avec un avertisseur électrique. Enfin, pour l'enregistrement des mouvements sismiques, on peut se servir avec avantage d'une bande de papier sensible enfermée dans une boîte munie d'une fenêtre, qui s'ouvre dès que la secousse se fait sentir.

2° Sciences physiques. — MM. **F.-L. Perrot** et **A. Jaquerod** ont constaté qu'à une température élevée l'hélium diffuse rapidement à travers la silice, ce qui empêche de construire des thermomètres à hélium à réservoir de silice pour les hautes températures. — MM. **V. Crémieu** et **L. Malcles** ont étudié les charges réactives prises par les diélectriques sous certaines influences. — MM. **P. Langevin** et **Eug. Bloch** ont mesuré le rapport ε du coefficient de recombinaison des ions au produit par 4π de la somme des mobilités des ions des deux signes pour les gaz issus d'une flamme. Il est, en moyenne, de 0,7, soit inférieur à l'unité comme l'exige la théorie. — M. **L. Quennessen** a constaté que le rhodium, préparé de diverses façons, n'a aucun pouvoir d'absorption pour l'hydrogène; tout au plus, par sa présence, agit-il pour condenser l'hydrogène et l'oxygène en donnant de l'eau. — M. **G. F. Jaubert**, en dissolvant le peroxyde de sodium et l'acide borique, a obtenu deux produits nouveaux : $Na^2B^4O^8.10H^2O$ (perborax) et $NaBO^3.4H^2O$ (perborate de soude). Ce dernier, par simple dissolution dans l'eau froide, donne une solution ayant toutes les propriétés de H^2O^2 libre. — M. **H. Moissan** a reconnu que la météorite de Cañon Diablo contient du carbone sous les trois formes : carbone amorphe, graphite et diamant. Le diamant se trouve entouré d'une gaine de carbone et il se rencontre autour des nodules que renferme le fer, nodules qui contiennent du silicium, du phosphore et surtout du soufre. — M. **V. Auger** a préparé l'acide thioformique par l'action du formiate de phényle sur le sulfhydrate de Na en solution dans l'alcool absolu : $HCO^2C^6H^5 + NaSH = HCOSNa + C^6H^5OH$, et décomposition du sel de soude par l'acide formique. — M. **G. Blanc**, en réduisant l'anhydride ββ-méthylglutarique, a obtenu une lactone qui, chauffée avec KCAz, fournit ensuite l'acide ββ-diméthyladipique, F. 88°, identique à celui qui provient de l'oxydation de l'α-ionone. — M. **G. Bertrand** a extrait des baies de sorbier un nouveau sucre lévogyre, la sorbiérite, de formule $C^6H^{14}O^6$; c'est donc un alcool hexavalent. — M. **E. Millau** indique une méthode pour distinguer l'huile de coton et l'huile de capoc employées comme adultérants de l'huile d'olive : les acides gras de l'huile de capoc réduisent fortement l'azotate d'Ag en solution alcoolique à froid, tandis que ceux de l'huile de coton ne le réduisent qu'à chaud. — M. **M. Berthelot** a constaté qu'une plante arrachée dans la période de vitalité, puis remise dans l'eau ou la terre humide, peut reprendre vie lorsque ses pertes en eau n'ont pas été trop considérables ou ses racines trop fortement lésées. Les plantes coupées et séchées à l'air, ou dans le vide, ou à 110°, reprennent de l'eau lorsqu'elles sont placées dans une atmosphère humide. — M. **G. André** a étudié le développement de la matière organique chez les graines pendant leur maturation. L'azote augmente continuellement jusqu'à la fin de la maturation. — M. **Balland** a constaté que le traitement des farines par l'électricité les blanchit en les vieillissant.

3° Sciences naturelles. — M. **G. Bohn** expose ses idées sur les relations entre l'anhydrobiose et les tropismes. — MM. **Ch. Henry** et **Louis Bastien** ont étudié la croissance de l'homme et celle des êtres vivants et sont arrivés à les représenter par une série de branches d'hyperboles. — M. **L. Beulaygue** a déterminé les variations du poids et des matières organiques de la feuille pendant la nécrobiose à la lumière blanche. — M. **A. Krempf** a reconnu que le groupe des Stichodactylines, rangé dans les Hexactinies, renferme, en réalité, deux séries de formes totalement différentes, les unes étant des Actinies typiques, les autres des Coraux très caractérisés. — MM. **A. Desgrez** et **A. Zaky** ont étudié l'influence de quelques combinaisons organiques du phosphore (lécithine, nucléine, acide nucléinique, protyline) sur la nutrition et le développement des animaux. Elles provoquent une augmentation rapide de poids, une meilleure utilisation des albuminoïdes et une épargne des matières azotées fixes. — M. **Mayet**, ayant inoculé au rat blanc les principes solubles des néoplasmes, séparés de tout élément solide par filtration, a obtenu dans un petit nombre de cas des néoplasmes. — M. **Grand'Eury** poursuit ses recherches sur les graines des Névroptéridés.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 2 Novembre 1904.

M. **A. Gautier** présente un appareil du Dr **Oswalt**, le thermo-aérophore, destiné aux traitements par les bains d'air surchauffés. — MM. **Yvon**, **Josias** et **Joffroy** présentent respectivement les Rapports sur les concours pour les prix Buignet, Saintour et Baillarger. — M. **Pavinsky** donne lecture d'un Mémoire sur l'hyposthénie cardio-vasculaire climatérique. — M. **Laufer** lit un travail sur l'utilisation des matières grasses dans la tuberculose. — M. **Le Damany** communique un Mémoire sur le traitement de la luxation congénitale de la hanche. — M. **Matignon** lit un travail sur la pathogénie du tour de rein.

Séance du 8 Novembre 1903.

M. **Kelsch** fait connaître les résultats de sa mission auprès des Instituts vaccinogènes de l'Etranger et l'état de la question de la transformation du Service de vaccine de l'Académie en Institut vaccinogène supérieur. — M. **Reynier** présente le Rapport sur le concours pour le prix Alvarenga. — M. **Ad. d'Espine** signale les

résultats obtenus depuis vingt ans dans la cure marine de la scrofule à l'Asile Dollfus, à Cannes. De nombreuses guérisons ont été obtenues par un séjour prolongé. Elles paraissent dépendre surtout de trois facteurs : 1° l'atmosphère marine ; 2° l'hydrothérapie salée par immersion dans la mer ; 3° le climat tempéré de Cannes, qui permet une aération continue.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 5 Novembre 1904.

M. J. Jolly, à propos des communications récentes de M. Triolo, maintient que, dans le plasma normal, les globules rouges des Mammifères ont la forme de disques et non de sphères. — **M. F. Ramond** montre la présence dans le foie d'un ferment lipasique, dédoublant les graisses. — **M. L. Léger** a rencontré dans le sang des Loches franches deux parasites nouveaux, qu'il désigne sous les noms de *Trypanosoma barbatulæ* et *Trypanoplasma varium;* le dernier est très voisin du Trypanoplasme des Vairons. — **M. A. Cligny** rappelle que les Harengs des bancs de Flandre sont les mêmes que les Harengs de Boulogne; mais ceux-ci ne semblent pas de même race que les Harengs de Yarmouth. — **M. Ch. Nicolle**, pour pratiquer le diagnostic expérimental de la rage avec des centres nerveux putréfiés, fait subir à ceux-ci une immersion préalable de quarante-huit heures dans la glycérine stérilisée, après quoi il pratique l'inoculation au lapin. — **M. G. Bohn** montre que le signe de l'action tonique qu'exerce la lumière sur un organisme rampant, par l'intermédiaire de l'œil et du système nerveux, change aussi bien avec la position de l'animal dans l'espace qu'avec l'état d'hydratation des tissus. — **M. Ch.-A. François-Frank** a reconnu, contrairement à M. Vaquez, que, si le nitrite d'amyle agit comme vaso-dilatateur sur les vaisseaux périphériques, il agit de même sur le cœur pour y provoquer, par une action également périphérique, la tachycardie associée à d'autres modifications fonctionnelles. — **M. Ch. Répin** conclut d'essais négatifs de culture de la vaccine dans la lymphe de cheval non coagulée que l'agent de la vaccine est un parasite intracellulaire. — **M. L. Launoy** a constaté, au cours de l'autolyse aseptique du foie, que ce sont les noyaux cellulaires qui présentent les premiers phénomènes de nécrose : fuchsinophilie intense, chromatolyse, achromatose, caryolyse. — **MM. L. Bernard** et **M. Salomon** ont reproduit expérimentalement la tuberculose de l'endocarde, sans traumatiser les valvules, soit par l'injection directe du bacille dans le cœur, soit par l'injection carotidienne après suppression fonctionnelle d'un rein.

Séance du 12 Novembre 1904.

M. E. Maurel a observé que le régime sec fait diminuer la quantité des aliments ingérés et que cette diminution doit entrer pour une part dans la diminution du poids du corps qui accompagne ce régime. — **M. G. Bohn** poursuit l'étude des relations entre l'anhydrobiose et les tropismes. — **MM. A. Gilbert** et **P. Lereboullet** ont reconnu que l'hépatalgie est un symptôme assez fréquent au cours du diabète, qui témoigne en faveur du rôle d'un trouble fonctionnel ou anatomique du foie dans sa production. — Les mêmes auteurs montrent que la majorité des splénomégalies sont sous la dépendance d'une altération hépatique. — **M. J. Moitessier** a constaté qu'à l'inverse de ce qui a lieu pour le pus, dans les réactions données par le sang avec le gaïac ou la benzidine en présence d'eau oxygénée, le rôle de la peroxydase des globules est nul ou tout à fait accessoire. — **M. F. Battelli** et **Mlle L. Stern** ont retiré du foie de cheval ou de bœuf une hépatocatalase, qu'ils ont purifiée par dissolutions et précipitations répétées par l'alcool. — **M. Ch. Fortineau** a trouvé dans deux cas de gangrène pulmonaire un diplobacille en capsule; il est anaérobie facultatif et peut donner lieu à des fermentations putrides. — **M. M. Labbé** a constaté que le humage des vapeurs sulfureuses augmente l'activité de réduction de l'oxyhémoglobine et aide à la réparation de l'anémie. — **M. L. Lapicque** critique de nouveau la valeur de la méthode de Hénocque en tant que procédé de mesure de l'activité des échanges. — **M. V. Henri** commence l'exposé d'une théorie générale des ferments solubles, basée sur le fait que ceux-ci constituent des solutions colloïdales stables. — **MM. Ch. Achard** et **L. Gaillard** ont reconnu que certaines lésions du névraxe et certains anesthésiques agissant sur lui sont susceptibles de modifier les phénomènes de la régulation des humeurs et d'apporter une gêne au rétablissement de l'équilibre osmotique et salin. — **M. J. Rehns** a pu fixer sur place, sur le tissu conjonctif de l'oreille du lapin, jusqu'à 2 1/2 doses mortelles de toxine diphtérique sans nécrose consécutive. — **M. E. Fauré-Frémiet** a étudié la *Vorticella citrina* et la fonction adipogénique chez les Vorticelles. — **MM. A. Desgrez** et **Aly Zaky** présentent quelques expériences préliminaires sur l'influence comparée des composés organiques phosphorés sur la nutrition.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séance du 8 Novembre 1904.

M. L. Gentes a observé que les fibres du système cérébro-spinal destinées à la prostate suivent deux trajets différents : les unes (fibres indirectes) empruntent la voie du plexus hypogastrique; les autres (fibres directes) gardent leur individualité jusqu'au bout. — **M. Ch. Mongour** a constaté que le liquide céphalo-rachidien, dans les ictères à la fois choluriques et cholémiques, n'est pas toujours fluorescent. — **M. A. Le Dantec** a observé un cas d'hématurie bilharzienne provenant du Natal. — **MM. J. Bergonié** et **L. Tribondeau** ont reconnu que l'exposition des testicules du rat blanc aux rayons X n'a provoqué aucune lésion des téguments, mais a déterminé la substitution d'un liquide séreux au parenchyme périphérique.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 28 Octobre 1904.

MM. J. Morrow et **E.-L. Watkin** décrivent un appareil à interférence pour calibrer des extensomètres ou instruments similaires par comparaison avec la longueur d'onde de la lumière du sodium. Il consiste essentiellement en deux cylindres métalliques d'égal diamètre, dont les axes sont sur une même ligne droite et dont les extrémités adjacentes sont séparées par un faible intervalle. L'intervalle est augmenté ou diminué par le mouvement d'un levier agissant sur une vis, et la variation est mesurée par les anneaux d'interférence produits dans un système optique placé à l'intérieur de l'espace. L'extensomètre est attaché par ses pinces aux cylindres métalliques et mesure d'autre part leur déplacement. Les deux séries de lectures sont prises simultanément et comparées. — **M. W.-M. Thornton** présente un *hygromètre très sensible.* Il s'obtient en enfermant la surface refroidie d'un hygromètre de Regnault dans un globe de verre, de sorte que seule la masse de vapeur contenue dans le globe puisse se condenser. — **M. G.-E. Allan** indique que, si l'on regarde les divisions d'une échelle à travers une lentille de longueur focale considérable, et si l'on déplace en même temps la lentille à travers le champ de vision, le mouvement de la lentille est beaucoup plus grand que celui de l'image, et la disparité des deux mouvements est d'autant plus grande que la lentille est plus près de l'image et qu'elle est plus plate. La longueur focale d'une lentille peut être exprimée par le produit de la distance de l'échelle à la lentille et de l'agrandissement, l'agrandissement étant le rapport entre le déplacement de la lentille et celui de l'image. On a ainsi une nouvelle méthode pour déterminer les longueurs focales des lentilles.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Communications reçues pendant les vacances.

MM. **G.-G. Henderson** et **Th. Gray**, en traitant par le chlorure de chromyle le stilbène, le styrène et le phénanthrène, ont obtenu des produits d'addition bruns, décomposables par l'eau avec mise en liberté des produits d'oxydation des hydrocarbures. Le stilbène donne du benzile, de la benzophénone et de l'aldéhyde benzoïque; le styrène fournit l'aldéhyde benzoïque et le phénanthrène la phénanthraquinone. — MM. **Th. Purdie** et **J.-C. Irvine** ont reconnu que le pentaméthylglucose, F. 42°-43°, obtenu par méthylation du tétraméthylglucose, est le tétraméthyl-β-méthylglucoside. Le tétraméthylglucose, en solutions aqueuses ou benzéniques, présente le phénomène de la multirotation. — MM. **J.-C. Irvine** et **A. Cameron**, en alkylant l'α-méthylgalactoside, ont obtenu le tétraméthyl-α-méthylgalactoside, Eb. 136°-137° sous 11 mm., $[\alpha]_D = +143°,4$, présentant le phénomène de la multirotation. — M. **J.-N. Collie** décrit une méthode pour l'analyse rapide de certains composés organiques; elle consiste à les brûler dans un volume connu d'oxygène, à noter le changement de volume du gaz et à absorber CO^2 produit. — M. **S.-F. Ashby** communique une méthode pour comparer le pouvoir nitrifiant des différents sols. — MM. **S. Ruheman** et **E.-R. Watson** ont préparé et étudié les produits d'addition de la benzylidène-acétylacétone avec la *m*- et la *p*-toluidine, la *m*- et la *p*-chloraniline, la β-naphtylamine et la pipéridine. — MM. **A. Senier** et **P.-C. Austin**, en traitant les acridines par les halogènes, ont obtenu des composés cristallisés bien définis, peu solubles dans les solvants organiques, instables en présence de l'eau. Ce sont des composés d'addition et non de substitution. — M. **A. Lapworth** est parvenu à dissoudre l'aldéhyde benzoïque et la camphoquinone dans une solution aqueuse de KCAz; par évaporation, il cristallise des produits d'addition, qui se comportent comme des sels des cyanohydrines correspondantes. L'oxyde de mésityle, chauffé avec une solution alcoolique de KCAz, est transformé d'abord en acide mésitonique, puis en acide mésitylique. — M. **G.-Th. Morgan** et Mlle **F.-M.-G. Micklethwait** ont préparé le sel de diazonium de la 6-aminocoumarine, qui est une substance colorée. — M. **Al. Mc Kenzie**, en réduisant et en hydrolysant le benzoylformiate de menthyle, a obtenu un léger excès de *l*-mandélate de *l*-menthyle. Ce même corps, traité par $MgCH^3I$, décomposé par l'eau, puis hydrolysé, fournit de l'acide phénylméthylglycolique actif. — MM. **J.-B. Cohen** et **H.-S. Raper** ont étudié les relations entre l'isomérisme de position et les rotations des éthers menthyliques des dix acides chlorobromobenzoïques isomériques. La plus grande diminution de la rotation est produite quand les halogènes sont en ortho par rapport au groupe éther, la moindre quand les deux halogènes sont en méta. — MM. **J.-B. Cohen** et **H.-D. Dakin** ont préparé les tétrachlorotoluènes par chloruration des trichlorotoluènes en présence du couple Al-Hg. — M. **A. Slator** a étudié les réactions entre le thiosulfate de sodium et les halogénures de méthyle, d'éthyle et d'éthylène en solutions diluées, et a trouvé qu'elles sont dans la plupart des cas bimoléculaires. — M. **J.-N. Collie**, en soumettant le fluorure de méthyle à l'action de l'étincelle électrique à la pression ordinaire, a obtenu sa décomposition d'après l'équation : $4CH^3F = 4C + 4H^2 + 2H^2F^2$. — M. **E.-R. Watson**, en faisant réagir AzH^3 sur la bromobenzylidène-acétophénone, a obtenu un dérivé aminé $C^6H^5.C(AzH^2):CH.CO.C^6H^5$. Avec la pipéridine, il se forme de la dipipéridinobenzylacétophénone et de la pipéridinobenzylidène-acétophénone. — MM. **H.-E. Burgess** et **Th.-H. Page** ont trouvé dans l'essence de bergamotte de l'acide acétique, de l'octylène, du pinène, du camphène et du limène. — MM. **W.-J. Pope** et **G. Clarke jun.** ont résolu le dihydro-α-méthylindol par l'acide dextrobromocamphresulfonique. Le *l*-dihydro-α-méthylindol, dont le sel est le moins soluble, est une huile, Eb. 228°-229°, $[\alpha]_D = -13°,61$; la base dextrogyre n'a pu être isolée à l'état pur. — M. **B.-C. Burt** a déterminé par une méthode ébullioscopique les pressions de vapeur des solutions d'acide sulfurique de concentration variée. Les valeurs anormales obtenues pour le poids moléculaire s'expliquent en supposant qu'une combinaison se produit entre le solvant et le corps dissous avec formation de molécules complexes, celle ci étant favorisée par une augmentation de concentration, mais non par une élévation de température. — MM. **A.-C.-O. Hann** et **A. Lapworth**, en ajoutant HCAz à la benzylidène-acétophénone en présence d'une grande quantité de KCAz, ont obtenu le β-benzoyl-α-phényl-propionitrile $C^6H^5.CH(CAz).CH^2.CO.C^6H^5$. L'acide correspondant peut être résolu par la quinine en ses deux isomères optiques. — M. **G. Dean**, en traitant le cyanate d'Ag par Br en tube scellé, a obtenu un produit jaune AgCAzOBr. Il perd Br quand on le chauffe au-dessus de 70°; à 300-400°, il se dégage aussi CAzBr. — M. **E.-A. Werner** montre que, suivant la température, une molécule de NaOH est capable de décomposer de une à quatre molécules d'hydrate de chloral avec formation de chloroforme, de formiate de sodium et d'acide formique libre. — M. H. **Debus** arrive à la conclusion que la formule $C^2H^2O^3.H^2O$ est plus en harmonie avec les propriétés de l'acide glyoxylique que la formule $C^2H^4O^4$. Il a préparé quelques sels basiques de cet acide. — M. **A.-G. Green** a préparé des matières colorantes du groupe du stilbène : par condensation de l'acide *p*-nitrotoluènesulfonique avec les alcalis, par condensation de l'acide dinitrostilbènedisulfonique avec les amines aromatiques en présence d'alcalis. La formation de la matière colorante est précédée de celle d'un composé rouge intermédiaire, qui paraît être un nitrosostilbène ou un acide stilbènenitrolique à structure quinonoïde en solution alcaline. — M. **E.-A. Werner**, en dissolvant l'hydrate de chrome dans divers acides organiques, a obtenu : un acide chromoxalique $H^5Cr^4(C^2O^4)^6(OH)^5.4H^2O$, un acide chromomalonique $H^5Cr^4(C^3H^2O^4)^6(OH)^5.6H^2O$, etc., donnant des sels cristallisés.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 20 Octobre 1904.

1° Sciences mathématiques. — M. **Th. Schmid** : La détermination du contour des surfaces du deuxième degré (théorème de Pohlke). — M. **J. Holetschek** présente ses recherches sur les grandeurs et les clartés des comètes et de leurs queues. De ses observations sur les comètes de 1762 à 1799 résulte clairement le fait que deux ou plusieurs comètes ayant la même distance périhélique q, lorsqu'elles présentent la même clarté réduite H_1, possèdent également la même puissance de développement de la queue.

2° Sciences physiques. — M. **W. von Pollak**, en condensant les trois acides amidobenzoïques avec l'éther malonique, a obtenu les trois acides isomères $CH^2(CO.AzH.C^6H^4.COOH)^2$. — M. **R. Ehrenfeld** : Préparation de nouveaux sels de benzidine. — M. **J. Bilinski** : Méthode simple et exacte de détermination du sucre dans l'urine.

3° Sciences naturelles. — M. **M. Lowit** présente ses recherches expérimentales sur la bactériolyse intravasale. Ses résultats semblent indiquer que dans le sang *in vivo* le complément actif pour les bacilles de l'anthrax ne préexiste qu'en minime quantité comme constituant dissous du plasma, mais se trouve à divers degrés (probablement comme endocomplément) dans différents éléments cellulaires (cellules du sang et des organes), d'où il peut passer dans le liquide sanguin sous certaines circonstances.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 24 Septembre 1904 (suite).

2° Sciences physiques. — M. **W. Einthoven** : *Méthode nouvelle d'extinction des oscillations d'un galvanomètre.*

La méthode d'extinction de l'auteur diffère entièrement des méthodes ordinaires; elle s'appuie sur l'emploi d'un condensateur C (fig. 1), lié conductivement aux extrémités du fil du galvanomètre G, tandis que E représente une source d'électricité faisant naître une différence de potentiel quelconque entre les points P et P_1. Supposons que la masse de la partie mobile du galvanomètre soit zéro et que les causes de l'extinc-

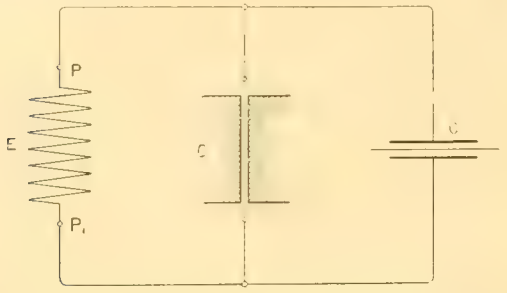


Fig. 1. — *Schéma du dispositif de M. Einthoven.* — G, galvanomètre; C, condensateur; E, source d'électricité.

tion du mouvement disparaissent. Si, dans ce cas, la capacité du condensateur est zéro, la création soudaine d'une différence de potentiel entre P et P_1 sera cause d'un déplacement soudain du galvanomètre vers la position correspondante d'équilibre; au contraire, dans le cas d'une certaine capacité initiale, un certain temps s'écoule avant que l'aiguille acquière sa déviation. La manière dont se meut le fil de quartz du galvanomètre dépend entièrement de la manière dont le condensateur se charge ou se décharge. On trouve la relation

$$a = A\left(1 - e^{\frac{t}{wc}}\right),$$

où a et A représentent la déviation au temps t et la déviation finale, c et w étant la capacité du condensateur et une certaine résistance. La quantité $wc = T$ est la constante de temps de la déviation. En enregistrant les déviations sur une plaque se mouvant avec une vitesse constante, on obtient une courbe correspondant à une fonction exponentielle. Les constantes de cette courbe dépendent de la vitesse du mouvement de translation de la plaque, de l'amplitude des oscilla-

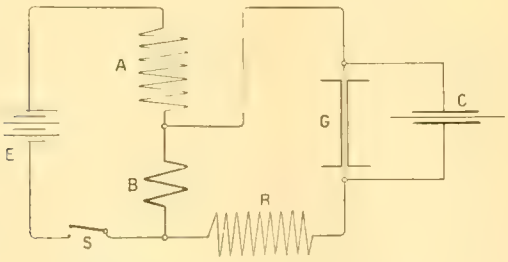


Fig. 2. — *Méthode d'extinction des oscillations d'un galvanomètre.* — G, galvanomètre; C, condensateur; E, pile; S, interrupteur; A, B, R, résistances.

tions et de la valeur de T. En modifiant w et c, on augmente ou diminue la valeur de T; en d'autres termes, on peut ralentir ou éteindre les oscillations du galvanomètre autant qu'on veut. Ces considérations s'accordent avec les résultats des observations faites par l'auteur et dont l'arrangement est indiqué par la figure 2, où E représente une pile, S un interrupteur, G le galvanomètre à corde, C le condensateur et A, B, R des résistances. Dans les diagrammes (fig. 3), chaque division du réseau correspond quant à l'abscisse à $\frac{1}{100}$ seconde, et à l'ordonnée à $\frac{1}{10^6}$ ampère. La fermeture et l'interruption du courant se faisaient automatiquement à l'aide d'un appareil lié à la plaque mobile. Dans le premier diagramme, la capacité du condensateur était zéro; la corde vibrante exécute des oscillations d'une période de 1,3 millimètre; ces mouvements sont éteints en intercalant une certaine capacité dans le condensateur. Dans le second diagramme, la capacité de 0,94 microfarad fait trouver $T = 8\sigma$; dans le troisième une capacité de 0,2 microfarad correspond à $T = 1{,}6\,\sigma$, où $\sigma = \frac{1}{1.000}$ seconde.

3° Sciences naturelles. — M. **C.-A.-J.-A. Oudemans** : *Leptostroma austriacum Oud.* et *Hymenopsis Typhae (Fuck.) Sacc.* La première des deux espèces est une *Leptostromacée* vivant sur les aiguilles arides de *Pinus austriaca*; la seconde est une *Tuberculariacée* propre aux pétioles de *Typha latifolia*. — M. **Oudemans** présente encore : *Sclerotiopsis pityophila (Corda) Oud.*, une Sphaeropsidée engendrée par les aiguilles de *Pinus silvestris*. — M. K. Martin présente au nom de M. **Eug.**

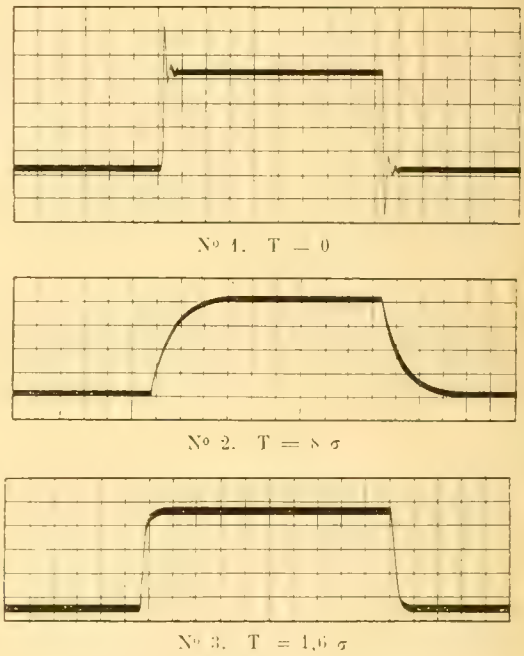


Fig. 3. — *Diagrammes d'extinction d'un galvanomètre avec diverses capacités du condensateur.*

Dubois : *Sur un équivalent du Cromer-Forest-Bed aux Pays-Bas.* — Ensuite M. Martin présente la thèse de M. **H.-G. Jonker** : « Bijdrage tot de kennis der sedimentaire zwerfsteenen in Nederland » (Contribution à la connaissance des pierres erratiques sédimentaires aux Pays-Bas). — M. **H.-J. Hamburger** présente le tome III de son traité : « Osmotischer Druck und Ionenlehre in den medicinischen Wissenschaften, zugleich Lehrbuch physikalisch-chemischer Methoden » (La pression osmotique et la théorie des ions dans les sciences médicales, en même temps Manuel des méthodes physico-chimiques). — M. A.-A.-W. Hubrecht présente au nom de M. **Th. Ziehen** : *Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Gehirns von Tarsius spectrum* (Contribution à l'embryologie du cerveau de *Tarsius spectrum*). — M. C. Winkler présente au nom de M. **L.-J.-J. Muskens** : *Sur les dégénérations dans le système nerveux après l'enlèvement du « flocculus cerebelli ».*

P.-H. Schoute.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette

15e ANNÉE N° 23 15 DÉCEMBRE 1904

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Élection à l'Académie des Sciences de Paris. — Dans sa séance du 28 novembre, l'Académie a procédé à l'élection d'un membre dans sa Section de Médecine et Chirurgie, en remplacement du regretté Marey.

M. Dastre, seul candidat présenté en première ligne, a été élu.

Les Médailles de la Société Royale de Londres. — Dans sa séance annuelle du 30 novembre, la Société Royale de Londres a procédé à la remise des Médailles qu'elle accorde chaque année aux savants anglais ou étrangers qui se sont distingués dans les divers ordres de sciences.

La Médaille Copley a été attribuée à sir William Crookes, pour ses belles recherches expérimentales en Physique et en Chimie, poursuivies depuis plus de cinquante années.

La Médaille Rumford a été décernée à M. E. Rutherford, pour ses travaux sur les propriétés des matières radio-actives, en particulier pour sa découverte des émanations gazeuses actives émises par ces substances.

L'une des Médailles royales a été remise à M. W. Burnside pour ses importantes recherches mathématiques, l'autre au colonel David Bruce, pour ses travaux bien connus sur les maladies parasitaires de l'homme et des animaux, en particulier pour sa découverte du trypanosome agent du nagana.

La Médaille Davy a été attribuée à M. W. H. Perkin junior, pour ses nombreuses recherches de Chimie organique synthétique, spécialement dans la série du camphre.

La Médaille Darwin a été décernée à M. W. Bateson pour ses travaux sur l'hérédité et la variation.

La Médaille Sylvester a été remise à M. G. Cantor, professeur à l'Université de Halle, qui a ouvert des voies nouvelles dans le domaine des Mathématiques.

Enfin, la Médaille Hughes a été attribuée à Sir J. W. Swan pour son invention de la lampe électrique à incandescence et ses nombreuses recherches dans le domaine des applications pratiques de l'électricité.

§ 2. — Nécrologie

Bernard Renault. — La Paléontologie végétale a perdu le 16 octobre dernier, en la personne de M. Bernard Renault, assistant au Muséum d'Histoire naturelle de Paris, l'un des hommes qui l'ont servie avec le plus de dévouement et qui lui ont fait faire les plus grands progrès.

Né à Autun le 4 mars 1836, Bernard Renault s'était tout d'abord dirigé vers la Physique et la Chimie, et avait conquis, le 15 mai 1867, le grade de docteur ès sciences physiques à la Faculté de Paris. Il était chef des travaux chimiques à l'Ecole Normale de Cluny, lorsque son attention commença à se fixer sur les végétaux silicifiés de l'Autunois, dont l'étude devait occuper la majeure partie de sa vie et lui fournir une si riche moisson de découvertes. Dès 1868, il publiait, dans les *Annales des Sciences naturelles*, ses premières observations sur des pétioles de Fougères du genre *Anachoropteris*, bientôt suivies d'études sur des tiges de ce même genre, ainsi que sur de nouvelles formes spécifiques de *Zygopteris*; puis venait l'importante découverte de la constitution, jusqu'alors tout à fait inconnue, des tiges de *Sphenophyllum*, dont les gisements d'Autun et de Saint-Etienne lui avaient fourni quelques échantillons; il faisait connaître en même temps la structure des tiges et des épis des *Annularia*, qui, jusqu'alors, n'avaient pu également être étudiés qu'à l'état d'empreintes, et dont il confirmait l'attribution aux Equisétinées. Hautement appréciées par Adolphe Brongniart, ces premières recherches de Bernard Renault lui valaient l'honneur d'être appelé à Paris par l'illustre fondateur de la Paléontologie végétale, qui sollicitait son concours pour l'étude des graines silicifiées, si nombreuses et si variées, découvertes dans le bassin de la Loire par M. Grand'Eury; après plusieurs années d'une active collaboration, au cours de laquelle il retrouvait dans les ovules des Cycadées vivantes la chambre pollinique que Brongniart venait de découvrir chez les graines houillères, ce fut lui qui assura la publication du travail interrompu par la mort du maître, et, dans la notice insérée en tête de l'ouvrage, J. B. Dumas lui rendait, pour la part qu'il y avait prise, l'hommage le plus mérité.

Il avait, au début de 1876, été nommé aide-naturaliste au Muséum, et il allait montrer, par les beaux travaux qu'il n'a cessé de faire durant près de vingt-neuf années, toujours avec ce même titre et dans des conditions d'installation singulièrement imparfaites, ce qu'il est possible de réaliser lorsqu'on a, comme il l'avait, l'amour passionné de la science. Qu'il soit, cependant, permis de regretter qu'il n'ait pu lui être fait une situation plus digne de sa haute valeur scientifique et du renom universel qu'il s'était acquis, et que l'intention manifestée en 1879 par Paul Bert, alors ministre de l'Instruction publique, de créer pour lui au Muséum une chaire de Paléontologie végétale, n'ait abouti qu'à le charger de leçons qui, malheureusement, ne se sont poursuivies que pendant cinq années, et n'ont jamais été reprises.

L'œuvre de Renault se divise assez naturellement, tant par la nature même de ses travaux que par leur ordre chronologique, en deux parties principales.

La première comprend l'étude des végétaux supérieurs de la flore paléozoïque, portant surtout sur les échantillons silicifiés des gisements permo-houillers ou stéphaniens d'Autun et de Grand'Croix, ou, pour une moindre partie, sur ceux du Culm du Roannais et de l'Autunois; la seconde, qui l'a plus particulièrement occupé dans ces dix dernières années, embrasse l'étude de la constitution intime des combustibles fossiles et celle des micro-organismes qu'ils renferment ou que l'on rencontre dans les végétaux supérieurs à structure conservée.

Toutes les classes de végétaux houillers ont fait l'objet de ses investigations, et ont donné lieu de sa part à des observations nouvelles. Il faut notamment rappeler, en ce qui regarde les Fougères, les nombreux types de fructifications qu'il a découverts, et la belle étude qu'il a consacrée au groupe nouveau des Botryoptéridées, regardées par lui comme probablement hétérosporées et comme formant un trait d'union entre les Fougères vraies et les Hydroptérides. Ses observations sur la structure si intéressante des tiges de *Sphenophyllum* ont été déjà mentionnées. Quant aux Equisétinées et aux Lycopodinées, les formes arborescentes qui les représentent dans la flore paléozoïque l'ont tout spécialement occupé, et il s'est d'autant plus attaché à leur étude qu'il était en désaccord avec Williamson sur l'attribution des Calamodendrées, ainsi que des Sigillariées, dont le bois secondaire à développement centrifuge lui paraissait, comme à Brongniart, constituer un caractère phanérogamique. La science a été ainsi, du fait même de ce désaccord, enrichie par l'un et par l'autre d'admirables travaux, et, si les faits ont paru confirmer plutôt l'interprétation de Williamson, les découvertes récentes faites en Angleterre sur les Ptéridospermées sont venues montrer combien étaient fondées les prévisions de Renault relatives à l'existence de formes semblables, par leur aspect extérieur, à certains types de Cryptogames vasculaires, et cependant Gymnospermes par leurs fructifications; elles lui ont en même temps donné raison pour les Médullosées, qu'il n'avait jamais cessé de regarder comme affines aux Cycadinées. Nous lui devons la connaissance des Poroxylées, étudiées par lui en collaboration avec M. C. E. Bertrand, et des Cycadoxylées, deux remarquables groupes de tiges qui semblent bien compléter la liaison entre les Cycadinées et les Cycadofilicinées.

Enfin, il faut mentionner d'une façon spéciale ses travaux sur les Cordaïtées, dont il a étudié toutes les parties, tiges, feuilles, inflorescences et graines, chez lesquelles il a pu même saisir les grains de pollen encore engagés dans le micropyle de l'ovule; constatant sur ces grains de pollen, comme sur ceux qu'il avait rencontrés dans divers autres types de graines, des apparences de cloisonnement ainsi que des perforations de la paroi, il annonçait que la fécondation avait dû se réaliser par l'émission directe d'anthérozoïdes, hypothèse hardie dont, peu d'années après, les découvertes de MM. Ikeno et Hirazé sur le *Ginkgo* et les *Cycas* devaient établir la légitimité.

Renault a ainsi accompli une œuvre qui n'a de rivale que celle de Williamson, à laquelle elle n'a rien à envier comme exactitude, et qu'elle dépasse peut-être sous le rapport de l'étendue comme de la diversité des types étudiés; elle eût été, sans doute, plus vaste encore si son attention ne s'était peu à peu détachée des végétaux supérieurs pour se porter sur les micro-organismes qu'il rencontrait dans ses préparations et qui lui offraient un champ d'études d'une autre nature, à peu près inexploré. Une des découvertes les plus intéressantes qu'il y ait faites a porté sur les bogheads, qu'il a reconnu être entièrement formés par l'accumulation d'Algues gélatineuses microscopiques appartenant à divers types génériques, pour l'étude détaillée desquels M. C. E. Bertrand lui a prêté sa collaboration, et dont les principaux paraissent appartenir à la famille des Cénobiées. Mais ses recherches ont surtout porté sur les Bactériacées, dont M. Van Tieghem avait, en 1879, signalé les premières traces dans des graines silicifiées de Saint-Etienne; il les a suivies dans tous les débris végétaux fossiles, et sous tous les modes de conservation, en particulier dans les combustibles de tous les âges, depuis la houille jusqu'à la tourbe, s'efforçant de déterminer leur rôle dans la transformation chimique de la matière végétale et de préciser les types spécifiques auxquels paraît devoir être imputée la formation des diverses sortes de combustibles, tels que houille, boghead ou lignite.

Malheureusement, de telles recherches, exigeant l'emploi des plus forts grossissements avec éclairage intensif, ne se poursuivent pas impunément, lorsqu'on s'y livre avec l'ardeur et la persistance qu'y mettait Renault. Frappé d'une sorte de congestion de la rétine, il avait, depuis deux ans, dû cesser presque tout travail, et l'épreuve fut d'autant plus cruelle qu'elle eut pour conséquence d'empêcher la création en sa faveur, à la suite de la mort du regretté M. Dehérain, de cette chaire de Paléobotanique qu'il ambitionnait si légitimement, et dont la place semblait si naturellement indiquée au Muséum. Mais, si les honneurs lui ont manqué, il n'en a pas moins honoré et la science et le grand Etablissement dans lequel il continuait avec tant d'éclat l'œuvre et les traditions d'Adolphe Brongniart.

R. Zeiller,
Membre de l'Institut,
Inspecteur général des Mines.

§ 3. — Astronomie

Les observations spectroscopiques et la parallaxe solaire. — Sir David Gill, directeur de l'Observatoire du Cap de Bonne Espérance, a proposé récemment que, dans chaque observatoire, on choisît une étoile déterminée, qu'on y observerait continuellement pendant toute l'année, de façon à déterminer la vitesse moyenne de la Terre d'une façon indépendante, par des moyenss pectroscopiques, — en d'autres termes pour déterminer la parallaxe du Soleil par l'analyse spectrale. Il est à souhaiter que cette proposition de Sir D. Gill soit acceptée, car il est probable qu'elle donnerait des résultats précieux. Dans plusieurs observatoires, on possède des spectroscopes stellaires qui atteignent ou dépassent une précision correspondant à une erreur probable de 0 kilom. 5 pour une détermination isolée de vitesse radiale, en sorte que deux cents observations, environ, seraient suffisantes pour réduire l'erreur probable de la parallaxe solaire ainsi déterminée à 0″, 01, — résultat très important.

§ 4. — Météorologie

Un nouveau journal météorologique. — Sous le titre *Le Temps qu'il fait*, un groupe d'amateurs vient de fonder, à Mons, une revue mensuelle pour la vulgarisation de la Météorologie. La nouvelle revue

fera de la vulgarisation élémentaire, mais sérieuse, car nous voyons, parmi ces amateurs, des correspondants météorologiques fort appréciés, et elle ne se départira pas des vrais principes scientifiques, qu'elle s'efforcera seulement d'exposer en un langage clair et simple.

Nous souhaitons longue vie et bon succès au nouvel organe météorologique, et nous espérons qu'il sera, pour le grand public, un agent utile de diffusion des connaissances relatives à la science de l'atmosphère.

Variation de l'aiguille aimantée. — Le Professeur Agamennone apporte un nouveau fait pour l'histoire des variations des déclinaisons : il s'agit d'une lettre à Francesco Redi, sous le titre *D'una subita Declinatione della calamita*, due au P. Eschinardi, de l'Académie physico-mathématique de Rome, et publiée avec divers autres petits écrits en 1681 (*Lettera del padre Francesco Eschinardi, della Compagni di Gesu, al signor Francesco Redi, nella quale si contengono alcuni Discorsi fisico-matematici*).

L'auteur s'exprime de cette curieuse manière :

« ... Je trouvai qu'elle était — la déclinaison à Rome — d'un peu plus de 3° à l'ouest. Quelques jours après ces déterminations, je remarquai que la déclinaison avait changé subitement et atteignait 5° à l'ouest. Des expériences répétées furent faites loin de tous objets en fer, avec de très bonnes aiguilles, et je ne pus imaginer d'autres causes à ce phénomène, comme je le dis à plusieurs personnes, *que quelque tremblement de terre récent;* en effet, quelques jours après arriva la nouvelle du tremblement de terre de Malaga, en Espagne. La raison qui m'amena à cette hypothèse est basée sur le fait, admis par les meilleurs auteurs, que l'aiguille suit la direction du pouvoir magnétique répandu sur la Terre vers le pôle, et, comme l'a ingénieusement expliqué le P. Zucchi, les déclinaisons différentes de l'aiguille en divers lieux proviennent d'une attraction plus ou moins grande d'un côté que de l'autre, de l'inégale répartition, par rapport à une localité, des terres et des mers. Dès lors, un changement subit dans la cause doit amener un changement subit dans l'effet; un tremblement de terre peut donc modifier subitement la vertu magnétique, qui, comme nous le savons, se modifie et se perd même dans les pierres d'aimant... J'ai, d'ailleurs, fait connaître la nouvelle du phénomène à Paris et autres lieux et j'apprends que, là aussi, on a constaté un notable changement... »

Aucun document ne nous permet, quant à présent, de vérifier cette dernière assertion.

§ 5. — Art de l'Ingénieur

Le refroidissement de l'air destiné au soufflage des hauts-fourneaux. — Les machines frigorifiques viennent de trouver une nouvelle application, en apparence paradoxale, que M. Gustave Richard a décrite à l'une des dernières séances de la *Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale* : il s'agit de dessécher l'air nécessaire au soufflage des hauts fourneaux avant son aspiration dans les cylindres des machines soufflantes.

L'importance que peut présenter ce dessèchement ressort immédiatement du fait que le haut fourneau consomme, en poids, environ deux fois plus d'air que de charbon, de minerais et de fondants. Or, cet air renferme, suivant son état hygrométrique, des teneurs de vapeur d'eau extrêmement variables, non seulement d'après les saisons, mais aussi d'une heure à l'autre de la journée, de sorte qu'un haut fourneau qui consomme, par exemple, 1.000 mètres cubes d'air par minute, absorbe ainsi de 500 à 1.000 kilogrammes d'eau par heure, sous la forme de vapeur en suspension dans l'air. On conçoit que de pareilles variations aient une grande influence sur l'allure des hauts-fourneaux et que cette influence soit des plus gênantes parfois, en raison de l'imprévu des variations de l'état hygrométrique de l'air. Cette influence est bien connue, depuis longtemps, des praticiens qui, jusqu'à présent, se contentaient de la subir comme celles mêmes du temps.

Tout récemment, aux Etats-Unis, on a entrepris de se débarrasser de cette influence versatile en desséchant systématiquement l'air destiné à l'alimentation des tuyères des hauts-fourneaux, et l'on n'a guère trouvé, pour assurer ce dessèchement, mieux que de refroidir aux environs de 0° l'air en question.

L'expérience a été faite sur un haut-fourneau de la Compagnie Carnegie, à Etna, Pensylvanie. Il s'agit d'un grand haut-fourneau de 28 mètres de hauteur. Le refroidissement de l'air s'effectue en le faisant passer, avant son aspiration par les machines soufflantes, sur des serpentins parcourus par une dissolution de chlorure de calcium refroidie par des machines frigorifiques. Cette dissolution traverse une série de serpentins, en tubes de 50 millimètres de diamètre et d'un développement total de 27 kilomètres: ces serpentins sont disposés dans une sorte de tour, au bas de laquelle des ventilateurs électriques refoulent l'air à refroidir, pris directement dans l'atmosphère. Cet air sort de la tour refroidi à 0°, ou au-dessous, se rend de là à l'aspiration des machines soufflantes, qui le refoulent aux tuyères au travers des fours ordinaires à réchauffer le vent. Les machines soufflantes sont au nombre de trois, avec cylindres à vent de $2^m,13 \times 1^m,50$ de course; elles refoulent leur air à une pression de $1^{kg},2$ environ. Les machines frigorifiques sont au nombre de deux, dont une de rechange, à cylindres de 560×915 de course. Le corps réfrigérant employé est l'ammoniaque; la capacité de ces machines frigorifiques est d'environ 225 tonnes de glace par jour. On voit qu'il est, ici, question d'une très importante installation.

Voici maintenant les résultats d'une expérience de trois mois, commencée dès le 11 août de cette année, et tels qu'ils sont donnés dans un très remarquable Mémoire, présenté par M. J. Gayley au meeting de l'*Iron and Steel Institute*, à New-York, le 25 octobre.

L'emploi de l'air ainsi desséché a, tout d'abord, permis d'augmenter de 20 °/₀ environ le débit du haut-fourneau, et cela avec une économie considérable de coke; la production de fonte par jour est passée de 368 tonnes, en moyenne, à 447 tonnes, et la dépense de coke, par tonne de fonte, de 960 à 780 kilogrammes (diminution 18 °/₀). D'autre part, cet air desséché, aspiré froid et plus dense, a permis de réduire la vitesse de rotation des machines soufflantes de 114 à 96 tours par minute; de là une économie de force motrice d'environ 700 chevaux, puis une réduction de la perte par la dissipation en poussières d'une partie du minerai très fin employé dans ce haut-fourneau, perte qui est tombée de 5 à 1 °/₀. Enfin, l'allure du haut-fourneau, bien plus régulière qu'avec l'air non desséché, donne, sans aucun accroc, des fontes à la fois moins siliceuses et moins sulfurées. Il y a donc là un progrès, selon toute apparence, des plus intéressants à signaler dans une industrie des plus importantes.

L'industrie des chronomètres. — Le savant directeur de l'Observatoire de Genève, le Professeur Raoul Gautier, a présenté récemment, à la classe d'Industrie et de Commerce de la Société des Arts de Genève, un important Rapport sur le concours de réglage de chronomètres en 1903. Les dernières années du XIXe siècle ont marqué dans les annales de l'horlogerie genevoise de précision par une activité considérable, qui a atteint son apogée en 1899 : cette année-là, on avait enregistré 633 dépôts à l'Observatoire, et, l'année suivante, le nombre de dépôts tombait déjà à 528. Les premières années du XXe siècle sont caractérisées par une baisse encore plus accentuée dans le nombre des dépôts : 306 en 1901, 359 en 1902, et 266 en 1903; il faudrait retourner bien loin en arrière pour trouver à nouveau un chiffre aussi faible.

Certainement, d'une part, l'industrie de l'horlogerie traverse actuellement une crise difficile dans tous les pays; certainement aussi, la renommée de Genève est

égitime et il faut reconnaître la qualité des produits suisses et les services qu'ils ont rendu pour les mesures de précision; mais, d'autre part, la diminution genevoise est due, en partie, au développement et au perfectionnement incessants de notre fabrication, comme en témoignent, notamment, les efforts et les importants résultats obtenus à Besançon.

§ 6. — Physique

L'eau salée, accumulateur de la chaleur solaire. — Dans la partie N. E. de la Méditerranée, on a constaté en certains points l'existence, à une profondeur de 1 à 5 mètres, d'une couche dont la température dépasse de 0°,5 à 2° celle de la surface, et le fait a été attribué à des courants d'eau plus chaude. Pareille anomalie existe dans les lacs chauds et salés de la Hongrie, où l'on trouve souvent une couche chaude de plusieurs mètres d'épaisseur entre deux couches plus froides. Dans une étude antérieure, M. von Kalecsinsky[1] est arrivé à conclure que cette couche ne peut recevoir que du Soleil l'excès de chaleur qu'elle conserve, et que l'eau salée, naturelle ou artificielle, ne peut ainsi s'échauffer notablement que si elle est recouverte d'une couche d'eau pure, ou d'eau moins salée. Il a pu, dans l'été de 1903, reproduire artificiellement ce phénomène, en l'exagérant[2]. Des récipients de bois de 200 litres de capacité à peu près, enterrés jusqu'au bord dans un jardin, recevaient des solutions à 30 °/₀ environ de sels divers, que l'on recouvrait avec précaution d'un couche d'eau pure de 10 centimètres; cette eau était soigneusement renouvelée au fur et à mesure de l'évaporation. La température était prise à 1 heure de l'après-midi, à la surface et à des profondeurs de 15, 40, 75 centimètres. Voici quelques résultats, relatifs (A) à de l'eau pure, et (B) à une solution de sel ammoniac :

	SURFACE	A 15cm	A 40cm	A 75cm
A) 10 Mai	15°	15°	15°	14°
29 Juillet	25	24.8	21	20,5
B) 10 Mai	11	17	19	16
29 Juillet	23	29	24	21.8

La variation de température, qui est graduelle avec des solutions dans lesquelles la diffusion s'exerce, devient très brusque et considérable si la diffusion ne peut avoir lieu; ainsi les nombres suivants se rapportent à un récipient plein d'eau ordinaire surmontée d'une couche de deux doigts d'huile d'olive :

28 Mai	34°	23°	20°	17°
29 Juillet	36	27	23	22

Cette sorte d'emmagasinement de la chaleur solaire par l'eau salée pourrait sans doute être observée partout où la salure de la mer est un peu moindre à la surface. On l'a d'ailleurs constaté sur des étangs salés de Roumanie, sur des lagunes chaudes voisines de la mer dans les environs de Bergen, et sur certains lacs sibériens. Sa cause est purement physique.

La reproduction des reliefs par voie photographique. — Un intéressant procédé pour reproduire, par la photographie, les formes plastiques d'un modèle vient d'être imaginé par M. Carlo Baese, de Florence.

Bien qu'on ait déjà fait de nombreuses tentatives dans cette voie, tous les procédés jusqu'ici inventés demandaient une grande adresse de la part de l'artiste, ne laissant qu'une part secondaire à la photographie elle-même.

Dans le procédé Baese, on utilise le gonflement de la gélatine bichromatée. Cette substance, comme on le sait, perd plus ou moins de son pouvoir de gonflement suivant l'intensité de l'éclairage auquel elle est exposée, de façon que les différentes nuances d'un négatif sont reproduites en relief sur une couche de cette substance placée en contact avec ce dernier, comme dans les procédés ordinaires de photocopie.

Or, le seul obstacle auquel se heurtait M. Baese était le fait que la transparence du négatif, loin d'être proportionnelle au *relief* du modèle, dépend de quantité d'autres facteurs. Abstraction faite des couleurs du modèle, qui jouent un rôle important, c'est la distribution des lumières qui exerce une influence considérable. Cette difficulté, M. Baese l'a éliminée d'une façon fort ingénieuse.

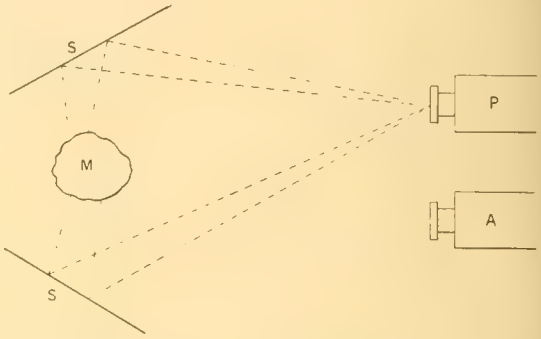


Fig. 1. — *Schéma du dispositif de M. Baese.* — S. S, miroirs; M, modèle; P, lampe à projection; A, chambre obscure.

Le modèle M (fig. 1), étant éclairé au moyen d'une lampe de projection P, est frappé par les rayons lumineux, après réflexion sur les miroirs S, perpendiculairement à la direction dans laquelle la photographie doit être prise. Au moyen d'un filtre lumineux, on fait subir à la lumière du projecteur une graduation telle que l'illumination du modèle décroît progressi-

Fig. 2. — *Exemple de photographie obtenue par le procédé de M. Baese.*

[1] *Ann. der Physik*, t. VII, p. 408, 1902.
[2] *Ibid*, t. XIV, p. 843, 1904.

vement en intensité de gauche à droite, le modèle étant éclairé de manière que les parties en saillie soient frappées par l'éclairage le plus brillant, et celles qui sont en creux par les rayons les moins forts. Cette graduation de lumière se trouve toutefois tellement modifiée par l'inclinaison différente des surfaces sur lesquelles elle se distribue, que c'est à peine si l'on en retrouve une trace dans la chambre obscure A. Un négatif pris sous un éclairage semblable ne montrera, par conséquent, aucune distinction entre les parties de relief différent; ce résultat ne serait pas, d'ailleurs, non plus réalisé si le modèle était uniformément éclairé à la lumière blanche. Les colorations du modèle exerceraient évidemment à leur tour leur influence sur la plaque, de façon que les graduations seraient toutes indépendantes de la profondeur des différents points.

Or, si, après qu'on a insolé cette première plaque, le filtre de graduation de la lampe à projection est interverti de façon que les portions les plus transparentes soient remplacées par les plus opaques et inversement, l'intensité lumineuse de l'éclairage du modèle augmentera d'avant en arrière. Après avoir pris une seconde vue sous ce nouvel éclairage, on n'aura plus besoin du modèle. La transposition de la plaque et des filtres lumineux se fait automatiquement, en déplaçant une coulisse, de manière que les deux vues soient prises facilement dans l'intervalle d'une seconde. Après avoir révélé les plaques, on constate que la graduation lumineuse des deux épreuves superposées se compense presque entièrement, alors que les colorations du modèle sont visibles également sur l'une ou l'autre. Or, si l'on prépare au moyen de l'une des épreuves un diapositif intervertissant les effets de coloration et qu'on le superpose sur l'autre négatif, on produira une image composée correspondant exactement aux conditions que nous venons d'indiquer : c'est qu'en effet les portions en saillie sur le modèle apparaîtront comme les plus opaques, tandis que les portions en creux correspondent aux points les plus transparents, quelle que soit la coloration de l'original.

Un nouveau principe phonographique. — A propos de la Note parue sous ce titre dans notre numéro du 15 novembre, M. Paul Janet, professeur à la Faculté des Sciences de Paris, directeur de l'Ecole Supérieure d'Electricité, nous fait observer qu'il a indiqué le même principe, avec une expérience à l'appui, dès 1894, à la séance de la Société française de Physique du 21 décembre. Sa communication ayant été analysée dans la *Revue* (tome VI, p. 83), nous engageons ceux de nos lecteurs que cette question intéresse à s'y reporter.

§ 7. — Sciences médicales

Les injections hypodermiques d'air atmosphérique. — MM. Mongour et Carles[1] (de Bordeaux) viennent de publier plusieurs observations de sciatique ou de névralgies intercostales rebelles, guéries définitivement par des injections sous-cutanées d'air atmosphérique. Certes, cette méthode n'est pas toute récente, car voici déjà deux ans que M. Cordier (de Lyon) l'a décrite : depuis, elle n'a été que peu employée, et il n'y a guère que MM. Mongour et Carles qui, jusqu'ici, l'aient utilisée d'une façon pour ainsi dire systématique. Le manuel opératoire est très simple : une seringue de Pravaz suffit; à cette seringue, on adapte une soufflerie qui peut être une poire à cautère ou une pompe à bicyclette. Quant à la quantité d'air à injecter, elle varie suivant la susceptibilité du sujet : en règle générale, il faut cesser l'injection dès que le malade ne sent plus sa douleur. Cette méthode semble donner d'excellents résultats, et elle est, pour ainsi dire, exempte de danger. Une question se pose cependant : comment s'obtient l'analgésie dans ces conditions? On n'en sait trop rien; pourtant, MM. Mongour et Carles admettent, avec M. Cordier, que ces injections agiraient sur les névralgies en amenant une élongation des fines ramifications nerveuses. Quoi qu'il en soit, c'est un moyen thérapeutique commode et, si bien pratiqué, inoffensif, qui, par conséquent, peut rendre de réels services.

[1] *J. de Méd. de Bordeaux*, août 1904.

Traitement chirurgical de la goutte. — Le Professeur Riedel, d'Iéna, vient de publier, dans la *Deutsche medicinische Wochenschrift*[1], deux observations très intéressantes, par lesquelles il prouve que l'on peut intervenir chirurgicalement, et avec succès, dans les accès de goutte. Chez ses deux malades, il a ouvert délibérément l'articulation, l'a débarrassée de ses urates et extirpé la synoviale. La plaie s'est très bien cicatrisée dans les deux cas, et les malades sont morts, l'un, huit ans après, l'autre, quatorze ans après, sans avoir eu depuis le moindre accès de goutte.

Il va de soi que M. Riedel se garde bien de soutenir que la goutte, à l'instar de plusieurs autres affections médicales, est destinée à passer dans le domaine de la chirurgie. Il dit seulement que l'articulation du gros orteil étant très accessible et fort résistante, il y a lieu de l'attaquer au bistouri, en cas de fluxion articulaire d'origine goutteuse, étant donné surtout que cette fluxion est essentiellement une arthrite aseptique. Il pense même que l'ablation de la capsule, qu'il a pratiquée chez ses deux malades, doit mettre à l'abri de la récidive. Les événements semblent, d'ailleurs, lui avoir donné raison, et il est très possible que la chirurgie recueille désormais des succès réels dans le traitement de cette affection si douloureuse et si tenace.

L'épidémie de peste de Fou-Tchéou. — M. le Dr Rouffiandis a pu observer une récente épidémie de peste à Fou-Tchéou, et il en donne le compte rendu dans les *Annales d'Hygiène et de Médecine coloniales*[2]. Cette épidémie a été très grave. Il y aurait eu plus de 25.000 morts en un an, et plus de 6.000 dans le seul mois de juillet 1902. La population européenne (qui ne compte que 150 personnes environ) y a échappé complètement; en revanche, il n'est pas étonnant que la population indigène ait payé à cette infection un tribut considérable. Fou-Tchéou a plus de 700.000 habitants, qui ignorent totalement l'hygiène la plus élémentaire : les rues sont très étroites et pleines d'une boue grasse et fétide; tous les 50 mètres ,on trouve des jarres de terre ou des baquets de bois enfouis à moitié dans le sol; ces récipients sont destinés à recevoir les matières fécales qu'un maraîcher vient chercher de temps à autre pour aller arroser ses cultures. Tout est à l'avenant : aussi l'épidémie s'est-elle propagée avec une rapidité exceptionnelle. L'auteur a pu soigner 73 malades, qu'il a inoculés avec le sérum antipesteux de Yersin. Il a pu ainsi guérir 33 pestiférés, ce qui est un excellent résultat. Il n'en est pas moins vrai que cette épidémie nous fournit la preuve éclatante de l'excellence d'une hygiène bien comprise; car il est absolument évident que c'est grâce à elle que la population européenne a pu échapper au fléau.

§ 8. — Géographie et Colonisation

Les lacs des hauts plateaux boliviens. — Les hauts plateaux situés dans la zone tropicale de l'Amérique du Sud, entre les 11e et 24e degrés de latitude sud, et qui s'étendent pour partie en territoire péruvien, mais pour la plus grande part en Bolivie, ont pour limite, à l'ouest, la Cordillère extérieure ou occidentale, à l'est, la Cordillère intérieure ou orientale. Cette région, d'une altitude moyenne de 4.000 mètres, n'offre aucun écoulement pour les eaux qui s'y accumulent. C'est la *puna*, qui se présente tantôt sous l'aspect d'im-

[1] Voir *Presse Médicale*, 17 septembre 1904.
[2] *Ann. d'Hyg. et de Méd. Col.*, Paris, 1904, VII, p. 417.

menses plaines salines, tantôt sous celui de vastes déserts dépourvus de toute végétation. Dans certaines parties, il y a de nombreux et grands marécages.

On sait que, sur ce haut plateau, l'eau des pluies a déterminé la formation de deux lacs, l'un profond, entouré de hautes montagnes et contenant de l'eau douce, le Titicaca; l'autre, grande lagune sans profondeur et contenant de l'eau salée, le Poopo. Un cours d'eau, le Desaguadero, réunit ces deux lacs, déversant les eaux du lac Titicaca dans le lac Poopo.

Il est intéressant de constater que ces deux lacs se sont beaucoup retirés depuis les temps historiques et que le lac Poopo est même appelé à disparaître avant un temps éloigné. Cette baisse paraît se continuer d'une façon constante depuis une époque déjà ancienne, et il est incontestable que jadis les deux lacs communiquaient, formant une vaste mer intérieure qui recouvrait tout le haut plateau du 15e au 21e degré de latitude sud. Les eaux se déversaient alors dans la grande dépression où est aujourd'hui La Paz, et s'écoulaient par un large fleuve dans le bassin de l'Amazone. Le torrent qui passe à La Paz, ou rio de la Paz, n'a aujourd'hui aucune communication avec le lac Titicaca. On comprend qu'il pouvait être intéressant d'étudier avec précision tout ce qui se rattache à l'état actuel de ces lacs et au régime de leurs eaux.

Cette étude vient d'être faite avec un grand soin par une Mission française, dirigée par MM. de Créqui-Montfort et Sénéchal de la Grange, qui, en 1903, a parcouru diverses régions de la Bolivie, de la République Argentine, du Chili, du Pérou, se livrant à des recherches détaillées dans les différents domaines de la Géologie, de la Minéralogie, de l'Anthropologie et de l'Ethnographie, de la Philologie, de la Zoologie et de la Physiologie. C'est le Dr Neveu-Lemaire, préparateur à la Faculté de Médecine de Paris, à qui étaient spécialement dévolus la charge des travaux zoologiques et le soin des collections d'Histoire naturelle, qui entreprit l'exploration des deux lacs Titicaca et Poopo. Il fit de nombreux sondages, mesura la transparence de l'eau et prit sa température, fit des dragages à la drague et au filet, recueillit de la vase du fond ainsi que des échantillons d'eau pour les soumettre à l'analyse, exécutant ainsi une étude hydrographique complète.

Le lac Titicaca, situé à 3.812 mètres au-dessus du niveau de la mer, est le lac le plus élevé de l'Amérique. Il mesure environ 160 kilomètres de longueur sur 60 dans sa plus grande largeur. Sa superficie peut être fixée à 5.100 kilomètres carrés. Le lac a des profondeurs qui dépassent 200 mètres. Il se prête, par conséquent, à la navigation. Jadis les relations entre les agglomérations riveraines ne s'effectuaient qu'à l'aide de pirogues conduites à la rame par des Indiens; mais, depuis peu de temps, deux vapeurs, le *Coya* et le *Yavari*, remplacent ces bateaux primitifs. C'est sur le dernier, jaugeant 161 tonneaux, que le Dr Neveu-Lemaire a fait une exploration du lac qui a duré dix jours.

Le lac Titicaca est orienté nord-ouest-sud-est. Sa forme est assez irrégulière, et ses côtes présentent quelques golfes profonds. Les deux presqu'îles de Copacabana et de Achacache le resserrent vers le sud, à ce point qu'il forme deux parties bien distinctes, ne communiquant entre elles que par un étroit passage, le détroit de Tiquina. La partie située au nord-ouest est le Grand-Lac; celle qui est au sud-est est le Petit-Lac. Le Grand-Lac renferme plusieurs îles, dont les plus importantes sont les îles Amantani et Soto, vers le nord, l'île de Titicaca ou du Soleil, la plus grande de toutes, et l'île Coati ou de la Lune, plus au sud. Dans le Petit-Lac se trouve un véritable archipel. La partie méridionale du lac, plus resserrée, porte le nom de lac Huaqui, et c'est de la rive sud-ouest que part le Desaguadero, qui porte les eaux du Titicaca au Poopo.

Au cours de sa croisière, le Dr Neveu-Lemaire a pratiqué environ 120 sondages, en employant pour les profondeurs supérieures à 10 mètres le sondeur Belloc, modifié par M. Thoulet. Le Grand-Lac présente des profondeurs de plus de 200 mètres, le maximum étant de 272 mètres. Au fond des golfes, la profondeur est beaucoup moindre. Ainsi, la profondeur du golfe de Puno, à l'ouest, qu'un détroit assez resserré sépare du Grand-Lac, varie de 5 à 30 mètres. Dans le lac de Huaqui, on ne rencontre pas de fond dépassant 5 mètres.

La température du lac Titicaca à ses diverses profondeurs, observée pendant le mois de juillet, c'est-à-dire dans la première partie de l'hiver sur les plateaux du Pérou et de la Bolivie, paraît remarquable par son uniformité. La température moyenne de la surface est de 11°,6, et elle change peu d'un moment à l'autre de la journée. Elle est plus basse dans le Petit-Lac que dans le Grand-Lac. La température du fond a été prise à des profondeurs variant de 3m,30 à 270 mètres, sans qu'il y ait un écart de plus de 2 degrés. La température maxima (11°,4) a été observée à 185 mètres, et la température minima (9°,4) a été observée à 3m,30. L'eau ne gèle jamais, sinon tout à fait sur les bords.

L'eau du lac Titicaca est très transparente. Au milieu du lac, on distingue facilement un disque blanc jusqu'à 15 mètres; sur les bords, on voit nettement le fond jusqu'à 5m,15. En même temps qu'elle est limpide, cette eau est douce et agréable au goût.

Le niveau du lac varie avec les saisons. En été, il pleut souvent et les orages sont fréquents et terribles. Aussi le niveau s'élève-t-il à ce moment, tandis qu'il s'abaisse en hiver. Mais, en dehors de toute influence des saisons, le niveau baisse de plus en plus.

Les poissons du lac Titicaca appartiennent à deux familles : les Siluridés et les Cyprinodontidés. Le Dr Neveu-Lemaire a recueilli des Batraciens et, parmi les Invertébrés, des Mollusques, des Crustacés, des Hirudinées, des Palmaires, etc. De nombreux oiseaux d'eau fréquentent le lac. Parmi les plantes aquatiques se trouvent des Characées et deux *Myriophyllum*.

Sorti du lac de Huaqui, le Desaguadero vient se jeter au nord du lac Poopo, après un parcours d'environ 320 kilomètres. Il reçoit des affluents qui traversent des dépôts permiens de sel et il contribue ainsi à entretenir la salure des eaux du Poopo. Il est navigable dans la première partie de son parcours et fréquenté par un vapeur à très faible tirant d'eau.

Le lac Poopo est situé à 3.694 mètres au-dessus du niveau de la mer, à 118 mètres, par conséquent, au-dessous du niveau du lac Titicaca. Sa longueur maxima est de 88 kilomètres, sa largeur maxima de 40 et sa largeur moyenne de 32. Sa surface est de 2.530 kilomètres. Sa forme est sensiblement celle d'un ovale irrégulier orienté nord-nord-ouest-sud-sud-est. Ce lac n'est qu'une grande lagune peu profonde, surtout à sa périphérie, et il faut traîner une embarcation pendant plusieurs kilomètres avant de la voir flotter. C'est sur une petite barque, mesurant à peine 3 mètres de longueur, que le Dr Neveu-Lemaire a exploré le lac pendant six jours, avec deux autres membres de la Mission.

Le Dr Neveu-Lemaire a fait dans le lac environ 70 sondages, tous par le procédé de la corde. La plus grande profondeur trouvée est de 2m,95. A peu près au milieu du lac se trouve une île, l'île Panza, peu élevée au-dessus du niveau de l'eau et habitée par une quarantaine d'Indiens Aymaras. A l'ouest, une autre île plus petite a reçu le nom d'île de Créqui-Montfort.

La température de l'eau varie beaucoup d'un moment à l'autre de la journée; vers deux heures de l'après-midi, en plein soleil, elle atteint 19°,9, tandis que le matin, au lever du jour, elle se rapproche de 0 degré; l'eau gèle même sur les bords. Bien que trouble et boueuse, cette eau renferme de nombreux Crustacés et une espèce de poisson, l'*Orestias Agassizi*. Les oiseaux d'eau sont nombreux, comme sur le lac Titicaca, et ce sont à peu près les mêmes espèces. En certains points du lac, et surtout au voisinage de l'île Panza, on voit flotter à la surface de nombreuses plantes aquatiques, qui gênent beaucoup la navigation.

Gustave Regelsperger.

LIBRARY

LES PRINCIPES DE LA MÉCANIQUE

A PROPOS D'UN LIVRE DE M. MACH[1]

Les principes de la Mécanique ont fait depuis trente ans l'objet de nombreuses études. Il avait semblé, pendant longtemps, qu'ils étaient au-dessus de toute critique, et l'œuvre des fondateurs de la Science du mouvement formait un bloc que l'on croyait devoir défier à jamais le temps. Une analyse pénétrante a examiné à la loupe les fondations de l'édifice; en fait, là où nos prédécesseurs trouvaient ou paraissaient trouver toutes choses simples, nous rencontrons aujourd'hui de sérieuses difficultés. Beaucoup de ceux qui ont eu à enseigner les débuts de la Mécanique ont été troublés par l'incohérence de certaines expositions traditionnelles. Ils ont trouvé arbitraire cet alliage de démonstrations mathématiques et de principes expérimentaux, et ont aperçu nombre de cercles vicieux. Peut-être y a-t-il eu dans ces critiques quelques exagérations, car ce n'est pas un paradoxe de soutenir qu'il y a des cercles vicieux au début de toute science, et que sans eux la science ne se serait pas développée. A parler franc, on peut se demander si une exposition bien cohérente est possible dans un premier enseignement de la Mécanique. En cette matière, les expositions didactiques et bien ordonnées, comme les aime trop quelquefois l'enseignement français, valent seulement pour ceux qui savent déjà, et l'on commence à se convaincre que les difficultés signalées s'atténuent si l'on se place au point de vue historique.

L'enseignement de la Mécanique gagnerait beaucoup à rester moins étranger au point de vue historique. On comprend mieux ce mélange de postulats et d'expériences plus ou moins précises, qui ont conduit aux principes généraux, quand on suit dans ses grandes lignes la marche historique de la science. Qu'on n'aille pas prétendre que cela est inutile; en Géométrie, dira-t-on, on ne commence pas par décrire les observations et les expériences faites par nos lointains ancêtres et par analyser le travail mental qui a été ensuite l'origine des postulats de la Géométrie. C'est que, dans la science de l'espace, probablement sous l'influence d'une longue hérédité, nos conceptions géométriques ont pris un caractère intuitif. Il n'en est pas de même en Mécanique, où, les choses étant autrement complexes, quelques principes généraux n'ont pu être dégagés qu'avec une extrême lenteur, et où le retard est énorme par rapport à la Géométrie. On ne peut donc douter qu'il y ait grand intérêt pour le débutant à suivre, dans ses grandes lignes et avec les simplifications nécessaires, le développement des idées des fondateurs de la Statique et de la Dynamique. C'est une erreur de croire qu'il faudrait beaucoup de temps pour un tel enseignement, dont le professeur pourrait tirer, en outre, des leçons d'une haute portée.

Mais, pour enseigner ainsi l'histoire de la science, il faut la bien connaître et ne pas se contenter de quelques anecdotes plus ou moins incertaines. La lecture des œuvres des Galilée, des Huyghens et des Newton n'est pas facile, et ne peut être abordée avec profit par tous. On est donc heureux de trouver un ouvrage où la sûreté de la critique s'unit à une connaissance approfondie du sujet, tel que le livre, depuis longtemps classique en Allemagne, de M. Mach. Ce n'est pas, à proprement parler, un livre sur l'histoire de la Mécanique, l'auteur n'entrant pas dans des détails ou des discussions qui n'auraient d'intérêt que pour les érudits; c'est *un exposé historique et critique du développement de la Mécanique*. M. Émile Bertrand vient de faire une traduction de l'important ouvrage du savant professeur émérite de l'Université de Vienne, qui rencontrera en France le meilleur accueil.

I

Le premier chapitre traite du développement des principes de la Statique. C'est, au point de vue des idées, un des plus importants de l'ouvrage. Quelques passages néanmoins laisseront, je crois, à plus d'un lecteur une impression confuse, tenant à une méfiance peut-être exagérée de certaines connaissances intuitives. En jetant une vue d'ensemble sur le développement de la Statique, M. Mach écrit : « Il vaut bien mieux, pour l'économie de la pensée et pour l'esthétique de la science, *reconnaître* un principe, par exemple le principe des moments statiques, directement comme la clef de l'intelligence de tous les faits d'une même catégorie, et voir clairement *qu'il les pénètre tous*, que trouver nécessairement une démonstration préalable, boîteuse, rapiécée, et basée sur des propositions obscures, dans lesquelles se trouve déjà inclus le principe que l'on veut prouver, mais qui nous sont, *par hasard*,

[1] E. Mach : *La Mécanique : Exposé historique et critique de son développement*. Ouvrage traduit sur la quatrième édition allemande, par Emile Bertrand. 1 vol. in-8°, Paris, Hermann, 1904.

antérieurement familières ». Et, un peu plus loin, il prend à partie ces connaissances instinctives, qui jouissent d'une confiance toute particulière, qu'elles ne méritent pas. Certes, la critique est ici nécessaire, mais je crois que certains biologistes verraient souvent dans ces connaissances instinctives un résumé d'expériences ancestrales. Ce sont elles qui, en Statique, où de très bonne heure l'homme a eu une juste intuition des choses, ont permis de poser les premières bases de la science, et qui, convenablement interprétées, ont conduit à quelques principes généraux. Sans doute, en donnant à l'exposition une forme rigide et scolastique, « on introduit, dans la science, une sorte de rigueur fausse et absurde, et l'on trouve souvent dans les Traités des exemples de cette fausse rigueur ». Il faut, en effet, protester contre un enseignement donné dans un tel esprit ; mais rien de pareil n'est à craindre si l'on se place au point de vue plus souple de l'histoire. Ainsi, prenons le principe des vitesses virtuelles avec la démonstration de Lagrange, où les forces sont remplacées par des fils de mêmes directions passant sur des poulies et tendus par des poids. On utilise dans cette démonstration une connaissance instinctive relative à l'abaissement du centre de gravité. C'est un semblant de preuve, mais combien lumineux. M. Mach n'en disconviendrait pas ; alors pourquoi montrer tant de sévérités pour des cas analogues, qui ne sont pas plus dangereux, mais, au contraire, très instructifs quand on les entend bien. M. Mach reconnaît, d'ailleurs, l'importance de ces connaissances instinctives, quand il écrit : « Remarquons enfin que le principe des vitesses virtuelles, ainsi que tout principe général, apporte, par la conception qu'il procure, à la fois de la *désillusion* et de la *clarté* : de la désillusion, en tant que nous ne reconnaissons en lui que des faits depuis longtemps et instinctivement découverts ; de la clarté, car il nous permet de retrouver partout ces mêmes faits simples, au travers des rapports les plus compliqués. »

II

Le deuxième chapitre, relatif au développement des principes de la Dynamique, est à signaler tout particulièrement. La Dynamique est une science toute moderne. Toutes les spéculations mécaniques des Anciens, des Grecs en particulier, se rapportent à la Statique. Galilée, Huyghens et Newton sont les trois fondateurs de la science du mouvement. Un historien aurait pu insister sur les prédécesseurs de Galilée, en particulier sur Léonard de Vinci ; mais nous avons dit que M. Mach n'a pas voulu faire un livre d'érudition. Galilée fonde la mécanique du mouvement d'un point matériel dans un champ constant ; M. Mach nous raconte les hypothèses successives faites par le grand physicien avant d'arriver aux expériences sur le plan incliné : « Galilée, dit-il, possède l'esprit moderne : il ne se demande pas *pourquoi* les corps tombent, mais *comment* ils tombent, c'est-à-dire d'après quelles lois se meut un corps tombant librement. Pour déterminer ces lois, il fait certaines hypothèses ; mais, au contraire d'Aristote, il ne se borne pas à les poser, il cherche à en prouver l'existence par l'expérience ». Galilée ne s'occupe, d'ailleurs, que d'un seul point, et ne fait pas de distinction entre la *masse* et le *poids*. Il est intéressant de voir comment Galilée arrive incidemment à la loi de l'inertie dans un cas très particulier ; c'est, pour lui, un cas limite du mouvement d'un point lancé sur un plan incliné, quand celui-ci devient horizontal. La grande gloire de Galilée est d'avoir discerné, dans les phénomènes naturels, le fait que les circonstances déterminantes du mouvement produisent des accélérations. Comme le remarque M. Mach, la loi de l'inertie en résulte, et il n'y a pas lieu d'en donner un énoncé spécial. Bien fécondes aussi furent, par leurs conséquences, les remarques de Galilée envisageant le mouvement d'un projectile comme un phénomène composé de deux mouvements indépendants l'un de l'autre.

Le rôle de Huyghens est ainsi résumé par M. Mach : « Parmi les successeurs de Galilée, on doit considérer Huyghens comme son égal à tous égards. Peut-être avait-il l'esprit moins philosophique, mais il compensait cette infériorité par son génie de géomètre. Non seulement Huyghens poussa plus loin les recherches commencées par Galilée, mais il résolut l'un des premiers problèmes de *la dynamique de plusieurs masses*, alors que Galilée s'était toujours limité à la dynamique *d'un seul* corps ». Avec Huyghens aussi, nous passons aux forces variables ; ses recherches sur la force centrifuge ont joué un rôle capital dans le développement de la Mécanique. La notion de masse, il faut le dire, est bien confuse pour lui ; mais il n'en traite pas moins un problème alors extrêmement difficile, le problème du pendule composé, utilisant un postulat *instinctif*, relatif au mouvement du centre de gravité d'un système pesant, et qui revient au fond au théorème des forces vives. Nous n'avons pas à nous étendre ici sur le rôle de Huyghens en Physique, particulièrement comme créateur de la théorie vibratoire de la lumière, et nous ne chercherons pas querelle à M. Mach pour n'avoir cité qu'incidemment le nom de Descartes.

Newton constitue définitivement la Dynamique. Il généralise le concept de force, et, quoiqu'il regarde d'une manière peu heureuse la masse comme étant la quantité de matière, il sent le pre-

mier avec netteté qu'il y a dans chaque point matériel une constante caractéristique du mouvement différente de son poids : c'est la masse. La discussion de cette notion capitale tient une grande place dans la remarquable critique faite par M. Mach des idées de Newton, et il insiste sur la dépendance intime qui existe entre le principe de l'action égale à la réaction et le concept de masse. « Ces deux notions, dit-il, sont inséparables; elles renferment le point capital des contributions de Newton ». Pour M. Mach, la notion de masse repose sur le principe suivant posé *a priori* : « Deux corps, dont la dimension est négligeable par rapport à la distance, se communiquent des accélérations respectives, toujours opposées l'une à l'autre, et dont le rapport est fixe, c'est-à-dire toujours le même pour les deux corps; le rapport des masses pour ceux-ci est égal à la valeur absolue du rapport des accélérations ». Il faut, d'ailleurs, poser de plus en principe que, si les masses des deux corps sont évaluées par rapport à un troisième, le rapport de ces masses concordera avec ce qu'aurait donné l'action des deux corps l'un sur l'autre. On doit ajouter ce second principe, car il n'y a pas dans cette question physique de nécessité *logique* à ce que deux masses égales à une troisième soient égales entre elles. Quand on définit les masses comme il vient d'être dit, il est clair qu'il est inutile de postuler à part le principe dit de *l'égalité de l'action à la réaction* : ce serait énoncer deux fois le même fait. Ce point de vue est irréprochable; mais il faut avouer que, par son apparence astronomique, il est déjà complexe pour le débutant. J'avoue, pour un premier enseignement, préférer un autre mode d'exposition qui se rapproche davantage de l'ordre historique, le concept de masse s'étant, semble-t-il, introduit pour la première fois quand on remarqua que la pesanteur peut imprimer à un même corps des accélérations différentes, comme il fut reconnu par les observations du pendule de Richer. Il suffit de joindre à ce premier fait les expériences classiques de Newton, faites avec des pendules formés de matières diverses.

III

M. Mach discute longuement les idées de Newton sur l'espace et le temps. Newton admettait l'existence d'un temps absolu et d'un espace absolu. Cette intrusion métaphysique déplait grandement à M. Mach, personne ne pouvant rien dire de l'espace absolu et du mouvement absolu, qui sont des notions purement abstraites. « Considérer la loi de l'inertie, dit-il, comme une approximation suffisante, la rapporter aux étoiles fixes dans l'espace et à la rotation de la Terre dans le temps, et attendre qu'une expérience plus étendue permette de préciser nos connaissances sur ce point, est encore le point de vue le plus naturel pour le chercheur sincère et sans détours ». Tout cela est très bien pensé; mais cependant, pour ma part, je ne vois aucun inconvénient à postuler, au début de la Mécanique, l'existence d'un corps absolument fixe, que l'on appellera, si l'on veut, le corps α avec C. Neumann, et à faire appel à une horloge purement idéale; la science s'est développée avec ces intuitions plus ou moins conscientes. C'est seulement, à mon avis, après avoir posé les équations de la Mécanique que l'on s'étendra sur le caractère approché des expériences de Galilée et de Newton, et que l'on précisera les systèmes de comparaison. Quant aux soi-disant cercles vicieux d'une telle exposition, nous nous sommes expliqué plus haut à leur sujet; ce sont simplement des approximations successives.

On voit assez, par ce qui précède, l'intérêt du chapitre de M. Mach sur le développement des principes de la Dynamique. De nombreuses citations nous font entrer dans la pensée des inventeurs, et des appareils de démonstration expérimentale, décrits et figurés dans le texte, laissent au lecteur l'impression que, à ses débuts au moins, la Mécanique est une science physique. Après cette période d'induction, qui est l'âge héroïque de la Dynamique, vient une période déductive, où l'on s'efforce de donner aux principes une forme définitive. Le développement mathématique joue alors le rôle essentiel. C'est ici que les Mathématiques sont indispensables; elles permettent de réaliser cette moindre dépense intellectuelle qui donne à la science, d'après M. Mach, un caractère *économique*. J'irai à cet égard plus loin que M. Mach, en faisant quelques remarques, auxquelles il ne souscrirait peut-être pas. On répète souvent qu'il n'y a dans une équation que ce qu'on y a mis. Il est facile de répondre, d'abord, que la forme nouvelle sous laquelle on retrouve les choses constitue souvent à elle seule une importante découverte. Mais il y a quelquefois plus : l'Analyse, par le simple jeu des symboles, peut suggérer des généralisations dépassant de beaucoup le cadre primitif. En un sens même, il n'est pas juste de dire que l'Analyse n'a rien créé, puisque ces conceptions plus générales sont son œuvre. Il suffira de rappeler le système des équations qui porte le nom de Lagrange; ici, des transformations de calcul ont donné le type des équations différentielles auxquelles on tend à ramener aujourd'hui la notion d'explication mécanique. C'est un exemple remarquable de l'importance de la forme d'une relation analytique, et de la puissance de généralisation dont elle peut être capable.

Quoique le but de M. Mach soit surtout d'étudier, dans son développement, la partie purement physique de la science mécanique, il n'était pas possible à l'auteur de laisser entièrement de côté le développement formel; en particulier, les questions de maximum et de minimum, dont le principe de la moindre action est l'exemple le plus célèbre, conduisent à des remarques historiques du plus haut intérêt, et donnent à l'auteur l'occasion de discuter l'influence des conceptions théologiques dans l'histoire des notions qui sont à la base de la science actuelle.

Dès la première édition, déjà ancienne, de son ouvrage, M. Mach se rangeait parmi ceux qui se contentent de la description des phénomènes par des équations différentielles, comme devait dire l'illustre physicien Hertz quelques années plus tard; c'est ce dont témoigne le dernier chapitre de son livre sur le rapport de la Mécanique avec d'autres sciences, où l'opinion qu'il faut chercher une explication mécanique de tous les phénomènes physiques est traitée de préjugé. Il semble que, pour le moment au moins, ce point de vue soit celui d'éminents physiciens. Toutefois, des recherches toutes modernes montrent que les représentations moléculaires et atomiques et certaines idées que l'on regardait comme déjà vieillies n'ont pas épuisé leur fécondité; nous assistons en ce moment à d'étranges résurrections. Il sera donc toujours indispensable de ne pas perdre de vue l'histoire de la science; entendue à la manière de M. Mach, elle n'est pas une étude de pure curiosité ou un objet de dissertation philosophique, et les chercheurs mêmes peuvent y trouver l'occasion d'utiles et profondes réflexions.

Émile Picard,
de l'Académie des Sciences.
Professeur à la Sorbonne.

L'ÉTAT ACTUEL DE NOS CONNAISSANCES SUR LES COLLOIDES

DEUXIÈME PARTIE : AFFINITÉS DES SOLUTIONS COLLOÏDALES

Dans la première partie de cet article[1], nous avons étudié quelles sont les conditions de préparation et les propriétés des solutions colloïdales; nous avons déterminé quelle est l'énergie de la liaison entre les granules et le liquide intergranulaire. Nous allons maintenant étudier les affinités des solutions colloïdales.

Nous examinerons successivement l'action sur les solutions colloïdales des électrolytes, des non électrolytes, et des autres solutions colloïdales. Nous terminerons par l'étude des propriétés des composés résultant de cette action.

I. Action des électrolytes sur les solutions colloïdales.

Lorsqu'on additionne les solutions colloïdales de très petites quantités d'électrolytes, souvent rien ne vient montrer à l'observateur qu'il se passe une action quelconque. Aussi, les premiers stades de l'action des électrolytes sur les solutions colloïdales sont-ils fort peu connus. Mais, si l'on continue l'addition, il s'ensuit le plus souvent une précipitation. Ce phénomène a été bien étudié. Les chimistes l'ont rapproché de la formation des composés insolubles; les physiciens, de la séparation d'un système en plusieurs phases par addition d'un corps soluble. Nous allons exposer les données expérimentales qu'ils ont recueillies.

§ 1. — Précipitation des solutions colloïdales par les électrolytes.

Toutes les solutions colloïdales précipitent lorsqu'on les additionne d'une quantité suffisante d'un corps électrolyte. Pour étudier les conditions de cette précipitation, nous allons examiner : 1° Pour une solution colloïdale donnée, quels sont les corps qui la précipitent, et dans quelle mesure ils la précipitent; 2° Comment se comportent les différentes solutions colloïdales vis-à-vis d'un même corps précipitant, quel rapport il existe entre leur précipitabilité et leurs autres propriétés.

1. *Corps précipitants. Pouvoirs précipitants.* — On sait depuis longtemps que les solutions colloïdales précipitent par addition de sels, acides ou bases. On a même introduit en allemand un terme particulier : « Aussalzen » pour exprimer l'action de précipiter les albuminoïdes et les colloïdes de ce genre par les sels. Au début de ces recherches, on étudia surtout la précipitation des substances toujours colloïdales (albumine, etc.). On fit tout de suite la distinction entre le pouvoir précipitant des sels neutres, celui des sels alcalins et alcalino-terreux et celui des sels des métaux lourds. Les physiologistes montrèrent, au milieu du siècle

[1] Voyez la *Revue* du 30 novembre 1904, t. XV, n° 22, p. 1015 et suivantes.

dernier, que les métaux lourds précipitent les albuminoïdes bien plus facilement que ne le font les sels neutres.

L'étude systématique de la précipitation des colloïdes par différents électrolytes a été commencée il y a environ vingt ans par Schultze[1], Prost[2], puis reprise par Linder et Picton[3], Hardy[4], Spring[5], etc[6].

Le premier fait qui résulte de toutes ces recherches, c'est que certaines solutions colloïdales précipitent par addition de faibles quantités d'acides et ne précipitent pas par l'addition d'alcalis, tandis que d'autres précipitent, au contraire, par de faibles quantités d'alcalis, et ne précipitent pas par l'addition d'acides. Au premier groupe appartiennent : Ag col., or col., sulfure d'arsenic, ferrocyanure de cuivre, etc.; au second, l'hydrate ferrique colloïdal, l'hydrate d'alumine, etc. En étudiant la précipitation des colloïdes du premier groupe par les sels, on voit que c'est du métal du sel que dépend la précipitation; pour les colloïdes du second groupe, c'est l'acide du sel qui importe.

En effet, si, avec Schultze et les auteurs qui l'ont suivi, on convient de mesurer le pouvoir précipitant d'un sel par l'inverse de la concentration moléculaire de ce sel nécessaire pour précipiter un colloïde donné, on observe que, pour les colloïdes du premier groupe, le pouvoir précipitant des sels est en rapport avec la valence du métal. Il faut d'autant moins de sel pour précipiter le colloïde que cette valence est plus forte.

Voici, par exemple, d'après Freundlich, les concentrations, exprimées en $\frac{1}{1.000}$ N, des différents sels qui précipitent une même solution colloïdale de sulfure d'arsenic :

LiCl	85,5	$MgCl^2$	1,6
Li^2SO^4	99,8	$MgSO^4$	1,13
NaCl	71,2	$CaCl^2$	0,91
KCl	69,1	$Ca(AzO^3)^2$	0,94
KI	67,0	$SrCl^2$	0,89
$KAzO^3$	69,8	$BaCl^2$	0,96
K^2SO^4	91,5	$Ba(AzO^3)^2$	0,96
K^3PO^4	387,0	ZnCl	0,97
AzH^4Cl	59,1	$ZnSO^4$	1,13
AzH^4AzO^3	61,1	$VO^2(AzO^3)$	0,90
HCl	42,9		
H^2SO^4	42,0	$AlCl^3$	0,130
		$Al(AzO^3)^3$	0,137
$BeCl^2$	0,94	$Ce^2(SO^4)^3$	0,133
$BeSO^4$	1,13	$Th(AzO^3)^4$	0,133

On voit que les sulfates précipitent à la même concentration que les chlorures et les nitrates. Par contre, la valence du métal a une grande importance. On trouve que les pouvoirs précipitants des métaux mono, bi et trivalents sont entre eux comme :

1 : 30 : 1650 d'après Schulze.
1 : 50 : 1000 d'après Linder et Picton.

Mais il ne faut pas considérer ces rapports comme fixes. Ils varient suivant le colloïde et les conditions de précipitation.

Pour les colloïdes du second groupe, la précipitation par les sels dépend de l'acide. Le pouvoir de précipitation de ceux-ci est alors indépendant de la valence du métal. Par exemple, Freundlich trouve que l'hydrate ferrique colloïdal est précipité par les concentrations suivantes exprimées en $\frac{1}{1.000}$ N :

NaCl	9,25	HCl	> 400,0
KCl	9,02	$HAzO^3$	> 400,0
BaCl²	9,64	K^2SO^4	0,204
KBr	12,5	Tl^2SO^4	0,219
KI	16,2	$MgSO^4$	0,217
$KAzO^3$	11,9	$K^2Cr^2O^7$	0,194
$Ba(AzO^3)^2$	14,0	H^2SO^4	0,5
$KClO^3$	15,3	$Ba(OH)^2$	0,42

En examinant de plus près les conditions de précipitation d'un colloïde donné, par différents sels de même atomicité, on a remarqué qu'il y a un parallélisme complet entre le pouvoir précipitant et le degré de dissociation électrolytique de ces sels. Ainsi, par exemple, Linder et Picton donnent le tableau suivant, qui permet de comparer le pouvoir précipitant et les dissociations électrolytiques de différents électrolytes :

	POUVOIR précipitant	DISSOCIATION électrolytique
	—	—
HCl	1,0	1,0
$HAzO^3$	1,02	1,0
H^2SO^4	0,64	0,66
KCl	1,0	1,0
$KAzO^3$	0,93	0,99
K^2SO^4	0,80	0,82

De même, Hardy, en précipitant la solution colloïdale de mastic par différents acides, trouve les concentrations suivantes, qu'il compare aux conductivités spécifiques k de ces solutions :

HCl	0,004 N	$k = 14,5$
$HAzO^3$	0,004	14,3
H^2SO^4	0,004	13,2
$(COOH)^2$	0,009	14,4
H^3PO^4	0,015	13,9
CH^3CO^2H	0,700	12,6

On voit très nettement que c'est la concentration en ions hydrogène qui importe avant tout dans la précipitation de ces colloïdes. De même, pour les colloïdes du deuxième groupe, c'est la concentration en ions OH ou en ions de radical acide qui détermine la précipitation.

[1] SCHULTZE : *Z. für prakt. Ch.* [1], t. XXV, 431 (1882), et [2], t. II, p. 320.

[2] PROST : *Bull. Acad. Roy. de Belgique*, 14, 312 (1887).

[3] LINDER et PICTON : *J. Chem. Soc.*, t. LXVII, 63 (1895).

[4] HARDY : *Z. f. phys. Ch.*, t. XXXIII, 4 (1900), p. 385.

[5] SPRING : *Bull. Acad. Roy. Belgique* (1900), p. 483.

[6] V. HENRI, S. LALOU, ANDRÉ MAYER, G. STODEL : *C. R. Société de Biologie*, décembre 1903. — POSTERNAK : *Annales de l'Institut Pasteur*, 1901. — NEISTER et FRIEDEMANN : Ausflockungserscheinungen. *Munchn. med. Wochen.*, n° 19, 1904. — FREUNDLICH : *Z. f. physk. Ch.*, t. XLIV (1903), p. 129.

Si, maintenant, l'on compare la liste des colloïdes qui sont précipités par les acides, et celle des colloïdes chargés négativement, on voit qu'elles sont identiques. Il en est de même des listes des colloïdes précipités par les bases et de ceux qui sont chargés positivement.

On peut donc énoncer les lois générales de la précipitation des colloïdes :

1° *La précipitation des colloïdes négatifs dépend du cation; celle des colloïdes positifs dépend de l'anion des électrolytes précipitants;*

2° *Le pouvoir précipitant d'un électrolyte dépend du nombre des ions précipitants libres;*

3° *Il augmente considérablement avec la valence de l'ion précipitant.*

2. *Variabilité du pouvoir précipitant.* — La comparaison des résultats obtenus par différents auteurs et celle des différentes séries d'expériences faites par le même auteur montrent que les nombres trouvés pour un même sel et pour un même colloïde varient dans des limites assez considérables. Il est, en effet, connu que la précipitabilité d'une solution colloïdale par un électrolyte n'est pas une grandeur fixe que l'on retrouve toujours, quelles que soient les conditions de l'expérience, mais que la quantité d'électrolyte nécessaire pour précipiter un colloïde dépend beaucoup du mode opératoire.

a. *Influence du sens de l'addition.* L'ordre dans lequel on mélange les solutions n'est pas indifférent. Ainsi on trouve un nombre souvent plus faible si l'on ajoute le colloïde à la solution de l'électrolyte que dans le cas contraire.

b. *Influence de la vitesse d'addition.* La vitesse avec laquelle on ajoute l'électrolyte a une grande importance, ainsi que l'ont démontré Freundlich[1], Höber et Gordon[2]. Par exemple, Freundlich ajoute à 20 centimètres cubes d'une solution colloïdale de sulfure d'arsenic, contenant 5,75 millimolécules As^2S^3 par litre, 2 centimètres cubes d'une solution de $BaCl^2$ contenant 9,55 millimolécules par litre, et il observe une précipitation complète en 2 heures. En ajoutant goutte à goutte la même quantité de $BaCl^2$ en 18 heures, ou en 27 jours, ou en 45 jours, il trouve que la solution ne précipite plus du tout. Pour la précipiter en 2 heures, il faut encore ajouter après 18 heures 1 c. c. 5, et après 45 jours 2 centimètres cubes de la solution de $BaCl^2$. Par conséquent, en ralentissant l'addition d'électrolyte, on maintient le sulfure d'arsenic à l'état colloïdal en présence d'une quantité de sel suffisante pour le précipiter si on l'ajoute d'un seul coup. On a donc, pour ainsi dire, « immunisé » le colloïde contre l'action du sel. Des résultats tout aussi nets ont été obtenus pour l'hydrate ferrique colloïdal, le platine colloïdal, l'albumine et la gélatine. Cette influence de la vitesse d'addition a un intérêt théorique. Elle permet de rapprocher les phénomènes de précipitation des colloïdes des transformations très lentes, telles que la diffusion et la production des équilibres de répartition. Nous aurons plus tard à discuter ce rapprochement.

c. *Influence de la durée de contact.* La précipitation du colloïde est généralement lente; on voit peu à peu se former les précipités, et les granules ou les flocons grossir. La lenteur du phénomène peut être très grande : il arrive souvent qu'en abandonnant à elle-même une solution colloïdale à laquelle on a ajouté une certaine quantité d'électrolyte, on ne la trouve précipitée qu'après un ou même plusieurs jours. Plusieurs auteurs ont indiqué les quantités d'électrolytes nécessaires pour précipiter une même solution colloïdale soit après quelques minutes, soit après 1 heure, soit après 24 heures. Le « pouvoir précipitant » d'un électrolyte est donc une fonction directe de la durée de son action.

d. *Influence de l'addition de plusieurs électrolytes.* L'addition de plusieurs électrolytes a-t-elle une action égale à la somme des actions de chacun des électrolytes? Le problème a été étudié par Linder et Picton, Pauli, Höber et Gordon. Ils ont trouvé que, dans le cas d'électrolytes de même atomicité, il y a additivité. Par exemple, la précipitation par un mélange de KCl et AzH^4Cl est égale à la somme des deux actions; de même, la précipitation par un mélange de $CaCl^2$ et $SrCl^2$. Mais, lorsqu'on mélange un sel d'un métal monovalent avec un sel d'un métal bivalent, il n'y a pas du tout addition des deux actions, et même quelquefois le sel du métal monovalent semble préserver le colloïde de l'action du sel du métal bivalent. Par exemple, Linder et Picton trouvent que le sulfure d'arsenic colloïdal est précipité par les quantités suivantes des différents électrolytes :

$SrCl^2$ seul.			4,40	
KCl.	0,90	+	$SrCl^2$	5,50
KCl.	1,80	+	$SrCl^2$	5,90
KCl.	3,00	+	$SrCl^2$	5,30

Ces résultats ont été confirmés par Freundlich et Höber et Gordon. Pauli a trouvé des résultats analogues pour un grand nombre de mélanges d'électrolytes dans le cas de la précipitation de l'albumine. Il y a lieu de rapprocher de ces faits les expériences bien connues de Loeb sur la toxicité des différents ions et de leur mélange.

[1] Freundlich : Ueber das Aussalzen kolloïdaler Lösungen durch Elektrolyte. *Zeit. f. phys. Ch.*, t. XLIV, 1903, p. 129.

[2] Höber et Gordon : Zur Frage der physiologischen Bedeutung der Kolloïde. *Beitr. z. Chem. Physiol u. Pathol.*, t. V, 1904, p. 432.

3. *Phénomènes qui précèdent la précipitation.* — Avant le moment où l'on observe la précipitation du colloïde par les électrolytes, il a subi toute une série de modifications d'état. Nous avons pu mettre ces modifications en évidence par divers moyens. Les propriétés optiques changent. Ainsi, les albumines, la gélatine, etc., deviennent bleuâtres et opalescentes, puis troubles et laiteuses. Les colloïdes colorés manifestent des changements de teinte très appréciables; par exemple, l'argent colloïdal, qui est rouge, devient d'abord rouge sombre, puis violacé, violet gris, gris verdâtre, enfin gris. La conductivité électrique diminue. Enfin, la viscosité augmente d'une façon continue et progressive jusqu'au moment de la précipitation.

§ 2. — Comparaison des différentes solutions colloïdales entre elles au point de vue de leur précipitabilité par les électrolytes. Colloïdes stables et instables.

Toutes les solutions colloïdales ne sont pas précipitées avec la même facilité par les électrolytes. Les exemples que nous avons pris jusqu'ici se rapportent à des colloïdes qui précipitent par des doses très faibles d'acides, de bases ou de sels. Il en est toute une classe d'autres qui précipitent, eux aussi, par les électrolytes, mais seulement lorsqu'on les ajoute en grandes quantités. On peut leur donner le nom de *colloïdes stables*, puisqu'ils constituent des solutions colloïdales beaucoup plus permanentes que ceux de l'autre classe (*colloïdes instables*) que nous avons étudiés jusqu'ici.

Ces colloïdes stables appartiennent tous à la catégorie des colloïdes organiques, des corps qui ne sont connus qu'à l'état colloïdal. Tels sont les albuminoïdes, la gélatine, les protéoses, les peptones, les nucléo-albumines, la caséine, l'hémoglobine, l'amidon, le glycogène, la dextrine, l'inuline, les gommes, les colles, les mucilages, le tanin, etc.

La quantité de sel nécessaire pour obtenir un précipité dans une solution de colloïde stable est toujours très grande, mais elle varie beaucoup avec la nature du sel. D'une manière générale, on trouve que les sels neutres ne provoquent de précipitation que lorsqu'on les ajoute à la dose de 15, 30, et même 60 °/₀. Au contraire, les sels de métaux lourds provoquent l'apparition d'un précipité, même lorqu'ils sont en concentration 10 ou 20 fois plus faible.

Rappelons, par exemple, que le fibrinogène est précipité par NaCl à 15 °/₀, les autres globulines par NaCl à 30 °/₀, l'albumine par le sulfate d'ammoniaque à 30 °/₀, les protéoses par le sulfate d'ammoniaque à 60 °/₀, etc. Ces limites de précipitation par les sels neutres ont donné lieu à un très grand nombre de travaux systématiquement entrepris par les physiologistes à la suite des recherches de Hofmeister, Pauli, etc. On se sert en Physiologie, faute de caractères plus précis, de la plus ou moins grande précipitabilité des différents albuminoïdes pour les séparer et les caractériser. Les mêmes colloïdes sont précipités — nous l'avons dit — par les sels de métaux lourds, les acides et les alcalis, en quantité plus faible. Par exemple, les albuminoïdes sont précipitables par les sels de Cu, Ag, Hg, Bi, Co, Zn, etc. Nous aurons l'occasion de revenir sur certaines particularités de cette précipitation.

La distinction que nous venons d'établir entre les colloïdes stables et les colloïdes instables, en nous basant sur leur précipitabilité, semble confirmée par des différences que présentent leurs autres propriétés. Ainsi, tous les colloïdes stables connus ont la propriété de former des précipités extrêmement riches en eau. Desséchés et remis dans l'eau, ils s'imbibent avec une grande facilité et absorbent ainsi un poids d'eau qui peut être jusqu'à 10 fois plus grand que leur propre poids. Par contre, les colloïdes instables ne présentent pas une pareille affinité pour l'eau. Quelques-uns, par exemple Ag, Pt, Ir colloïdaux, donnent des précipités pulvérulents, qui ne peuvent plus être ramenés à l'état de solution colloïdale. D'autres, tels que le sulfure d'arsenic, le ferrocyanure de cuivre, l'hydrate ferrique, les couleurs d'aniline, la silice, l'alumine, etc., donnent des précipités contenant de l'eau, mais en quantité variable, et toujours beaucoup moindre que ceux que forment les colloïdes stables. Il ne faudrait pas en conclure que la précipitabilité des différents colloïdes stables peut servir à mesurer la force de leur liaison avec l'eau. A la vérité, la grande quantité de sel nécessaire pour les précipiter indique leur grande affinité pour l'eau; mais elle n'en donne pas la mesure. On ne peut, par exemple, affirmer que l'affinité du fibrinogène pour l'eau est moins grande que celle de l'albumine. D'autres facteurs entrent en jeu, qui nous sont inconnus. Dailleurs, même lorsqu'il s'agit des corps non colloïdaux chimiquement définis, la cause des différences de solubilité n'est pas du tout élucidée.

§ 3. — Précipitation des suspensions fines et des émulsions par les électrolytes.

Il est indispensable de dire ici quelques mots de la précipitation des suspensions et des émulsions. On va voir qu'elle se rapproche sur plus d'un point de celle des solutions colloïdales. Elle a été bien étudiée par Scheerer[1], Schulze[2], Schlœsing[3], Ad.

[1] SCHEERER : *Pogg. Ann.*, t. LXXXII (1851), p. 419.
[2] SCHULZE : *Pogg. Ann.*, t. CXXIX (1866), p. 366.
[3] SCHLOESING : *C. R.*, t. LXX, (1870), p. 1345.

Mayer[1], Barus[2], Bodländer[3], Spring[4], Quincke[5], Bechhold[6], etc.

Toutes les suspensions fines (kaolin, argile, noir animal, encre de Chine, etc.), toutes les émulsions (mastic, colophane, etc.), dans l'eau distillée subsistent fort longtemps et ne se déposent qu'avec une extrême lenteur. Mais, si l'on ajoute à l'eau une quantité même très faible d'un électrolyte, il se forme des flocons qui tombent rapidement au fond du vase. C'est ce phénomène qu'on a appelé floculation ou agglutination.

Les premières études quantitatives, sur ce sujet, sont celles de Bodländer : elles ont montré que la quantité de l'électrolyte nécessaire pour provoquer la floculation est toujours très petite par rapport à la masse de suspension précipitée : par exemple, une quantité donnée de sel, quand on l'ajoute à une suspension de kaolin, en peut précipiter mille fois son poids. Cette même suspension est précipitée par HCl à la concentration de 1 gr. pour 1.500 litres, etc.

La quantité de l'électrolyte qui amène la floculation dépend de la nature de l'électrolyte. Les acides et les sels des métaux bivalents et trivalents possèdent le plus grand pouvoir agglutinant; puis viennent les sels des métaux monovalents; enfin, les bases ne produisent de floculation qu'à une concentration 1.000 fois plus grande que les acides. De plus, Bodländer a remarqué qu'il existe une relation directe entre le pouvoir précipitant des électrolytes et leur degré de dissociation électrolytique. Par exemple, ce sont les acides les plus dissociés qui sont les plus actifs. Enfin, il y a lieu de rappeler que toutes ces suspensions (qui sont plus facilement précipitées par les acides que par les bases), placées dans un champ électrique, se transportent vers l'anode, et se comportent comme si elles étaient chargées négativement.

Toutes ces analogies avec la précipitation des solutions colloïdales se poursuivent en ce qu'il y a lieu de distinguer parmi les suspensions celles qui précipitent facilement de celles qui ne peuvent floculer que par addition de quantités plus grandes de sel. Par exemple, une émulsion de mastic ou de colophane, préparée depuis plusieurs jours, est bien plus difficilement précipitable qu'une émulsion fraîche ou que l'encre de Chine.

Le mode d'addition de l'électrolyte, la température, la durée de contact, ont une influence tout aussi grande sur la précipitation des suspensions que sur celle des colloïdes. Les études nombreuses qu'on fait porter actuellement sur ces phénomènes de floculation, à cause des rapports étroits qu'ils présentent avec l'agglutination de certains corps organisés (microbes, globules rouges) par les sels, ont encore étendu ces analogies.

§ 4. — Relations quantitatives entre la concentration de l'électrolyte, celle de la solution colloïdale et la composition du précipité.

Nous avons exposé dans les paragraphes précédents comment la précipitation des solutions colloïdales par les électrolytes dépend de la nature de la solution et de l'électrolyte précipitant. Nous allons voir dans quelle mesure elle dépend des quantités et des concentrations des corps en présence.

1° Tout d'abord, une solution colloïdale étant donnée, si l'on y ajoute une quantité déterminée d'électrolyte, la *précipitation est-elle totale ou partielle?*

Sur ce point, il n'existe que peu de travaux ayant porté sur les colloïdes instables. On sait seulement que, si l'on ajoute des quantités croissantes d'un électrolyte à un colloïde instable coloré, on observe d'abord une variation de teinte, puis un louche, puis une légère précipitation, après laquelle le liquide surnageant reste encore coloré. Ce n'est qu'en augmentant la quantité d'électrolyte qu'on obtient une précipitation totale. Ces faits s'observent facilement, par exemple sur l'argent colloïdal, mais ils n'ont pas donné lieu à une étude systématique.

Pour les colloïdes stables, on sait depuis longtemps que la précipitation est d'abord partielle, et ne devient totale que dans des conditions très particulières. Ces faits ont donné lieu à un grand nombre de travaux, entrepris surtout par les physiologistes. Citons quelques exemples, pris dans un travail très soigné de Galeotti, sur les conditions de précipitation des albuminoïdes par les sels de cuivre et d'argent. En ajoutant à une solution d'albumine d'œuf une certaine quantité de sulfate de cuivre ou de nitrate d'argent, on produit un précipité, mais il reste de l'albumine en solution; par exemple :

	ALBUMINE	$CuSO_4$	EAU
	gr.	gr.	gr.
100 gr. du mélange contiennent .	4,96	0,69	94,34
Le liquide au-dessus du précipité.	2,58	0,59	96,82
Le mélange total	2,79	1,18	96,82
Le liquide surnageant.	0,68	0,94	98,38
Le mélange total	6,80	5,73	87,43
Le liquide surnageant.	2,81	5,24	91,93

La quantité d'albumine qui reste en solution dépend de la teneur primitive de la solution colloïdale en albumine et de la quantité d'électrolyte surajouté. Mais nous ne savons pas suivant quelle loi.

[1] AD. MAYER : Forschungen auf dem Gebiet d. Agricultur physik, t. II, Heft 3 (1879).

[2] BARUS : *Bull. of the U. S. Geological Survey*, t. XXXVI 1886); *Zeiteh. f. phyk. Ch.* (1891), t. VIII.

[3] BODLANDER : *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie, etc.*, t. II (1893), p. 147.

[4] SPRING : *Rec. Tr. Ch. Pays-Bas*, t. XIX (1900), p. 204, 222.

[5] QUINCKE : *Drude'ss Ann.*, t. VII (1902), p. 57.

[6] BECHHOLD : *Zeits. f. physik. Ch.*, t. XLVIII, p. 385, 1904.

2° *Existe-t-il une relation entre la concentration de la solution colloïdale et la quantité d'électrolyte nécessaire pour la précipiter?*

Il n'existe que peu d'études quantitatives sur ce sujet, mais celles que nous possédons suffisent à nous montrer que le problème est complexe et que différents facteurs doivent être en jeu.

Lottermoser et Ed. von Mayer[1] ont trouvé que la concentration de la solution colloïdale a une influence directe sur la quantité d'électrolyte nécessaire pour la précipiter.

Ils ont déterminé la quantité de différents acides nécessaire pour précipiter l'argent colloïdal plus ou moins dilué. Ils ont trouvé que, si l'on dilue de plus en plus par l'eau une solution contenant une quantité déterminée d'argent colloïdal, il faut, pour précipiter cette quantité d'argent, ajouter des doses croissantes d'acide. Par exemple, la même quantité d'argent colloïdal se trouvant dans 25, 50, 100 et 200 centimètres cubes, il faut ajouter à ces solutions, pour les précipiter, 2 c.c. 13, 2 c.c. 95, 4 c.c. 52 et 6 c.c. 80 d'acide sulfurique au $\frac{1}{5}$ normal ou bien (pour les 3 premières) 0, c.c. 80, 1 c.c. 34, 2 c.c. 15 d'acide cyanacétique normal, ou encore 1 c.c. 20, 2 c.c. 26, 4 c. c. 10 d'acide oxalique normal, ou enfin 2 c.c. 41, 3 c.c. 85 et 5 c.c. 75 d'acide malonique normal.

Mais, il n'y a pas proportionnalité entre la concentration de la solution colloïdale et la quantité d'électrolyte nécessaire à la précipitation. Par exemple, tandis que la concentration de la solution colloïdale passe de 1 à 4, la quantité d'acide qui précipite un même volume :

Acide sulfurique, passe de	1 à 4
Acide cyanacétique —	1 à 2.1
Acide oxalique —	1 à 2.7
Acide malonique —	1 à 2.3

On voit, d'ailleurs, que les variations sont différentes suivant la nature de l'acide.

D'un autre côté, Freundlich a opéré sur les solutions colloïdales de sulfure d'arsenic, d'hydrate ferrique et de platine, et il a trouvé des résultats très différents suivant le colloïde qu'il observait. Ainsi, la quantité de $BaCl^2$ nécessaire pour précipiter un même volume d'une solution colloïdale de sulfure d'arsenic augmente à peine de $\frac{1}{5}$ lorsque la teneur en As^2S^3 augmente 5 fois. Au contraire, les quantités de chlorure de potassium nécessaires pour précipiter l'hydrate ferrique colloïdal sont proportionnelles à la teneur de la solution colloïdale en fer.

[1] LOTTERMOSER et E. VON MEYER : *J. prakt. Chemie*, t. LVI, 241 (1897).

Nous avons fait également un certain nombre d'expériences sur cette question, et nous avons montré que, pour un même colloïde, on peut rencontrer tous les cas possibles. Ainsi, dans certains cas, il y a indépendance de la concentration du colloïde et de la quantité d'électrolyte précipitant; par exemple, si l'on ajoute du nitrate de sodium à l'hydrate ferrique colloïdal, on trouve que le précipité se produit :

	CONCENTRATION de $NaAzO^3$
Pour la solution primitive A. .	0,614 normal.
— diluée $\frac{A}{2}$ . . .	0,614 —
$\frac{A}{5}$	0,602 —
— $\frac{A}{10}$.	0,625 —

Dans d'autres cas, il faut ajouter d'autant plus de sel que le colloïde est plus concentré. C'est ce qui se produit avec $CuSO^4$ et l'hydrate ferrique colloïdal.

Il faut pour :

A, atteindre la concentration en $CuSO^4$ de	0,010 normal.
$\frac{A}{2}$ — — —	0,007 —
$\frac{A}{5}$ — — —	0,004 —
$\frac{A}{10}$ — — —	0,001 —

Enfin, dans d'autres cas encore, il faut d'autant plus de sel que la solution colloïdale est moins concentrée; par exemple, pour l'argent colloïdal :

A la concentration A, il faut $CuSO_4$. .	0,0002 normal.
— $\frac{A}{2}$ . .	0,0004 —
— $\frac{A}{5}$ — . .	0,0006 —

On voit qu'il s'agit là de phénomènes complexes, qui ne pourront être discutés que lorsque plus de documents auront été amassés. Nous verrons, d'ailleurs, qu'ils sont en rapport avec certains phénomènes de répartition que nous étudierons plus loin.

§ 5. — Caractères et propriétés du précipité formé par l'action des électrolytes sur les solutions colloïdales.

Le précipité obtenu par l'action des électrolytes sur les solutions colloïdales est-il ou non redissoluble? Autrement dit, *la précipitation est-elle réversible?*

A cette question générale, on ne peut répondre qu'en distinguant entre les différentes solutions colloïdales. Certaines d'entre elles donnent des précipités irréversibles. En général, on peut dire que ceux-là ont une forme pulvérulente, et emprison-

nent de très petites quantités d'eau. De plus, la nature de la paroi sur laquelle le colloïde est précipité a une grande influence sur sa capacité de redissolution. Certains précipités colloïdaux (par exemple l'argent colloïdal), lorsqu'ils se forment sur une paroi lisse (verre ou porcelaine), sont insolubles; au contraire, quand ils se déposent sur de la porcelaine poreuse, ils régénèrent facilement la solution primitive.

1. *Redissolution dans un excès du solvant.* — Beaucoup de précipités colloïdaux provenant de solutions colloïdales instables sont redissolubles dans un excès du solvant. Tous les colloïdes stables sont redissolubles dans leur solvant.

2. *Redissolution dans un excès d'électrolyte.* — Le précipité obtenu par l'addition d'un électrolyte subsiste-t-il lorsqu'on augmente la quantité de cet électrolyte? Cette question présente un intérêt à la fois pratique et théorique. Pratique, puisqu'on a souvent l'occasion de se demander si, pour obtenir la précipitation totale d'une solution colloïdale, il y a intérêt à ajouter beaucoup d'électrolyte, ou si, au contraire, il ne faut pas dépasser certaines limites; théorique, puisque cette question est liée intimement à celle de la reversibilité de la précipitation.

La plupart des colloïdes instables, une fois précipités, restent indissolubles lorsqu'on ajoute encore de l'électrolyte. Toutefois, il existe des exemples de redissolution du précipité dans un excès de l'électrolyte qui a servi à le former. Nous avons montré que c'est le cas du ferrocyanure de cuivre colloïdal, qui précipite par l'addition d'un sel de cuivre en faible quantité: le précipité formé se redissout quand on ajoute un grand excès de sel de Cu. Disons tout de suite que la solution nouvelle ne contient point de granules colloïdaux de même composition que ceux de la solution primitive. Nous aurons à revenir sur ce sujet.

En ce qui concerne les colloïdes stables, il faut tout de suite distinguer les électrolytes qui ne précipitent qu'à doses massives de ceux qui agissent à faible dose. Les précipités obtenus par les premiers ne sont pas solubles dans un excès de ces électrolytes. Au contraire, ceux qui se forment par addition des seconds sont presque toujours solubles dans un excès plus ou moins grand de ces électrolytes. Par exemple, les albuminoïdes précipités par addition d'acides, de sels de Cu, Ag et autres métaux lourds, se redissolvent lorsqu'on augmente la quantité d'acide ou de sel. Pour les colloïdes stables et les électrolytes de ce genre, il existe donc une zone à l'intérieur de laquelle il se produit un précipité. Pour des quantités d'électrolyte au-dessus ou au-dessous de cette zone, la solution paraît homogène. La largeur de la zone de précipitation est d'autant plus grande que la solution colloïdale est plus concentrée. De sorte que, si l'on prend une solution colloïdale diluée en proportion convenable, il n'y aura de précipité que pour une seule concentration; quand la dilution devient plus grande, aucune quantité de l'électrolyte n'est capable de précipiter la solution colloïdale. On trouvera une étude quantitative complète de ces différents faits dans un travail récent de Galeotti[1].

3. *Composition des précipités formés par l'addition d'électrolytes aux solutions colloïdales.* — Cette étude a été faite par Linder et Picton, Whitney et Ober, Bodländer, Spring, J. Duclaux, van Bemmelen, etc. Les précipités formés par addition d'électrolyte à une solution colloïdale contiennent toujours, en outre des granules colloïdaux, une partie de l'électrolyte précipitant. Cette partie n'est point la même pour un même électrolyte et pour diverses solutions colloïdales. Quand les granules de la solution colloïdale précipitée sont négatifs, la partie de l'électrolyte qu'on retrouve dans le précipité est le métal; quand ils sont positifs, c'est le radical acide.

Par exemple, d'après Whitney et Ober, le sulfure d'arsenic colloïdal (négatif), précipité par les chlorures de potassium, calcium, strontium, baryum, contient du potassium, du calcium, du strontium, du baryum. Toute la quantité du radical qu'on retrouve dans le précipité n'est pas liée aux granules colloïdaux de la même manière. Si, en effet, on lave à l'eau le précipité formé, et qu'on répète plusieurs fois le lavage, on voit qu'une partie du radical est entraînée par les eaux de lavage. Mais une partie demeure irréversiblement liée au précipité.

Par exemple, d'après Whitney et Ober[2], en précipitant 200 centimètres cubes d'une solution à 5 % de sulfure d'arsenic colloïdal par l'addition de 25 centimètres cubes d'une solution de $CaCl^2$ contenant 0 gr. 0724 de Ca, on retrouve dans le précipité 0 gr. 0020 de Ca non enlevable par lavage, et dans la solution un excès de 0 gr. 0036 de Cl sous forme d'acide.

De même, Galeotti a montré que, lorsqu'on précipite l'albumine (négative) par un électrolyte, on retrouve dans le précipité le métal, qui peut en partie être enlevé par lavage.

Par exemple, la proportion d'argent qu'on retrouve dans un précipité d'albumine est égale :

[1] GALEOTTI : *Zeit. f. physiolog. Chem.*, 1904.

[2] WHITNEY et OBER : Ueber die Ausfällung von Kolloïden durch Elektrolyte. *Zeit. f. phys. Chem.*, t. XXXIX, 1902, p. 630.

immédiatement après la précipitation, à 21,52 %; après vingt-quatre heures, à 17,67 %; après quarante-huit heures, à 16,58; et après quatre jours, à 14,95. Fuchs a vu que le précipité d'albumine par une solution de sel de platine, contenant 8 gr 77 Pt, en retenait encore 0,8 après lavage prolongé.

Si l'on précipite une même solution colloïdale par des solutions de même concentration moléculaire des différents métaux, la proportion moléculaire du métal liée irréversiblement au précipité est la même.

Par exemple, pour une même solution colloïdale de sulfure d'arsenic, on trouve dans le précipité :

$$0{,}0020\ \text{Ca};\ 0{,}076\ \text{Ba};\ 0{,}036\ \text{K}.$$

nombres qui sont entre eux comme les rapports :

$$\frac{\text{poids moléculaire}}{\text{valence}} = \frac{40}{2}\text{Ca};\ \frac{137{,}4}{2}\text{Ba} : 39\ \text{K}.$$

Lorsqu'on lave le précipité par l'eau distillée, le métal irréversiblement lié n'est pas enlevable. Mais on peut le chasser du précipité si on lave celui-ci au moyen d'une solution d'un autre sel. Le métal du deuxième sel remplace le métal primitivement lié.

La composition du précipité contenant le métal est variable. Dans le cas de la précipitation du sulfure d'arsenic, en doublant la concentration de la solution, on augmente du double la quantité de Ca liée au précipité. Dans le cas de l'albumine, lorsque la quantité d'albumine reste constante, si l'on augmente la quantité de Cu, la proportion de Cu qu'on retrouve dans le précipité augmente aussi, mais moins vite. Par exemple, la concentration de Cu passant de 0,39 à 2,91, la concentration dans le précipité passe de 0,39 à 2,91, ou encore la concentration de Cu variant de 0,30 à 9,39, la concentration dans le précipité varie de 3,57 à 25,47 %.

Si nous considérons dans le précipité colloïdal, non plus la partie non électrolyte non enlevable par lavage, mais la quantité totale des radicaux qu'on y trouve, on voit encore que la composition du précipité est variable. J. Duclaux a montré que la somme des valences électronégatives est, dans le précipité, égale à la somme des valences électropositives, et que, si l'on précipite une même solution colloïdale par des quantités de plus en plus grandes d'électrolyte, la proportion du métal augmente dans le précipité.

Ainsi, en précipitant le ferrocyanure de cuivre colloïdal (obtenu par action de $CuSO^4$ sur $FeCy^6K^4$), on obtient un précipité contenant du K et du Cu. Le nombre de valences de K et de Cu dans le précipité étant toujours égal à 4, le rapport de Cu à $FeCy^6$ augmente lorsqu'on augmente la quantité de $FeCy^6$.

Par exemple, ce rapport passe de 1,57 à 1,87 lorsque la quantité de Cu ajoutée passe de 1,53 à 3,06. La quantité de K diminue d'une manière continue. On obtient un résultat analogue en précipitant la solution colloïdale par d'autres sels, ou en remplaçant K par Ba ou Al.

Nous voyons donc que, dans la composition du précipité, entre toujours une partie de l'électrolyte précipitant, de signe contraire à celui des granules colloïdaux. Une certaine part de ces radicaux est liée aux granules irréversiblement, et ne peut qu'être remplacée, en quantité équivalente, par des radicaux de même signe. Une certaine part leur est liée d'une manière réversible. La composition du précipité est variable et dépend de la concentration de la solution colloïdale et de l'électrolyte précipitant.

§ 6. — Conclusions.

Si, maintenant, nous comparons la précipitation des solutions colloïdales à celle des solutions vraies et des émulsions, nous voyons que : la possibilité d'obtenir des précipitations réversibles, partielles ou totales, constitue un caractère commun aux solutions vraies et aux solutions colloïdales, et rapproche la précipitation des solutions colloïdales par les électrolytes des phénomènes purement physiques. Mais cette précipitation ne se fait qu'au prix de la formation d'un nouveau composé, provenant de l'action de l'électrolyte sur les granules colloïdaux. Le rapport entre le signe électrique des ions précipitants et celui de la solution colloïdale, le rôle considérable de la valence des ions précipitants, rapprochent cette précipitation des phénomènes chimiques. Mais la composition variable du précipité l'éloigne des combinaisons chimiques proprement dites. Nous aurons à discuter, dans la partie consacrée à la statique chimique des solutions colloïdales, la nature vraie de l'action que nous venons d'étudier, et à voir si elle suit les lois de l'équilibre chimique, la loi des masses et la règle des phases.

II. — Action des non-électrolytes sur les solutions colloïdales.

§ 1. — Colloïdes instables.

Graham avait déjà observé qu'en général les non-électrolytes, tels que le saccharose, le glucose, l'urée, l'acétone, l'alcool, la glycérine, ajoutés à des solutions colloïdales instables, n'y provoquent pas de précipitation. Le même fait a été observé maintes fois pour les émulsions et les suspensions fines. Ainsi, Bodländer montre que les suspensions fines de kaolin ne sont pas précipitées par les alcools méthylique, éthylique, isobutylique, l'éther,

le sucre, l'aldéhyde acétique, la paraldéhyde, l'acétone, le glucose, le lactose, le phénol, le β-naphtol, et l'aniline.

Bien plus, lorsqu'on ajoute certains non-électrolytes en grande quantité, la solution colloïdale devient plus stable; c'est, du reste, un moyen employé pratiquement pour obtenir et conserver certaines solutions colloïdales. Les non-électrolytes employés sont la glycérine et le sucre.

Toutefois, certains non-électrolytes précipitent quelques solutions colloïdales instables. Bien que les faits de ce genre aient été jusqu'ici très peu étudiés, on sait que l'alcool précipite l'argent, le platine colloïdal et le ferrocyanure de cuivre. Quelques expériences systématiques ont été faites par Spiro. Cet auteur a étudié la précipitation de l'hydrate ferrique colloïdal : les alcools méthylique et éthylique ne précipitent pas cette solution colloïdale. L'alcool propylique la précipite à la dose de 2 centimètres cubes par 1 centimètre cube de la solution colloïdale. La dose précipitante est d'autant plus forte que la solution colloïdale est plus diluée. L'alcool amylique ne la précipite pas (il est d'ailleurs très peu soluble); mais, si l'on ajoute à la solution colloïdale d'abord de l'alcool méthylique, puis de l'alcool amylique, on provoque un précipité, qui ne se redissout pas dans l'alcool méthylique.

Spiro a également étudié comment agit un mélange d'électrolytes et de non-électrolytes sur la solution d'hydrate ferrique, et il a trouvé des résultats intéressants. Ainsi, en précipitant l'hydrate ferrique colloïdal par le chlorure de calcium, on trouve qu'il faut d'autant plus de $CaCl^2$ que la solution colloïdale est plus diluée. Par exemple, la concentration de la solution d'hydrate ferrique variant comme les nombres 1, 2, 3, 4, il faut, pour précipiter 10 centimètres cubes de chacune de ces solutions, des quantités de $CaCl^2$ égales à 4,4, 3,9, 3,4 et 3,1. Mais si, au lieu de diluer une solution donnée d'hydrate de fer avec de l'eau, on la dilue avec de l'alcool méthylique, on trouve que la quantité de $CaCl^2$ nécessaire pour précipiter un certain volume de la solution diluée est la même que celle qu'il faut employer pour précipiter le même volume de la solution concentrée. Il semblerait donc que l'alcool méthylique rende le colloïde plus sensible à l'action d'un électrolyte. Une étude systématique de ce fait est très désirable.

§ 2. — Colloïdes stables.

L'addition des non-électrolytes provoque, en général, la précipitation des colloïdes stables. Par exemple, l'alcool précipite la plus grande partie des albuminoïdes, le glycogène, l'amidon, etc. Les précipités obtenus sont, en général, redissolubles, au moins si l'on n'attend pas trop longtemps. De plus, la précipitation n'est pas totale; la proportion du colloïde précipité augmente avec la dose d'alcool ajoutée; enfin, il faut d'autant moins d'alcool pour provoquer une précipitation que la solution colloïdale est plus concentrée. Il existe donc un certain équilibre entre le colloïde précipité et la solution surnageante qui contient de l'eau, de l'alcool et une certaine quantité de colloïde; cet équilibre varie avec la température. Il serait intéressant d'étudier les équilibres de ce genre que présentent certaines solutions colloïdales bien définies, comme l'amidon, la dextrine ou le glycogène.

La précipitation des colloïdes stables par des mélanges d'électrolytes et de non-électrolytes a été fort étudiée, en particulier par Hofmeister, Pauli, Spiro; mais ces recherches n'ont encore conduit à aucune conclusion générale.

III. — Action des colloïdes les uns sur les autres.

Si, à une solution colloïdale donnée, on ajoute une autre solution colloïdale, on observe le plus souvent une série de phénomènes intéressants, qui dépendent de deux facteurs principaux, à savoir : 1° le signe électrique des colloïdes en présence; 2° leur stabilité, c'est-à-dire leur plus ou moins grande précipitabilité par les électrolytes.

§ 1. — Mélange de deux colloïdes de même signe électrique.

Supposons tout d'abord que nous mélangions deux colloïdes de même signe électrique. On n'observe jamais de précipitation. Placés dans un champ électrique, les colloïdes mêlés se transportent comme avant le mélange. Mais, en étudiant l'action des électrolytes sur des mélanges de ce genre, on peut révéler des modifications de la précipitabilité qui prouvent que les deux colloïdes ne sont pas restés sans action l'un sur l'autre.

Trois cas différents doivent être distingués :

1° Les deux colloïdes sont instables (par exemple le sulfure d'As et le ferrocyanure de fer, etc.). Ce cas n'a pas été étudié jusqu'ici systématiquement;

2° Les deux colloïdes sont stables (par exemple, gélatine et albumine, etc.). Ce cas n'a pas été non plus étudié systématiquement;

3° Des deux colloïdes, l'un est stable, l'autre est instable. C'est le seul cas sur lequel nous ayons des données précises.

Si, à un colloïde instable, par exemple de l'Ag colloïdal, on ajoute une certaine quantité d'un colloïde stable (albumine, gélatine, amidon, glycogène, gomme, dextrine), de même signe électrique (négatif, dans ce cas), on voit que, pour obtenir un précipité, il faut ajouter à la nouvelle solution colloïdale des quantités incomparablement plus

fortes d'électrolytes qu'avant le mélange. Ces quantités se rapprochent de celles qu'il faut employer pour précipiter la solution du colloïde stable.

Les expériences peuvent être conduites de deux manières différentes : 1° Ou bien l'on recherche la quantité minima de colloïde stable qu'il faut ajouter à une quantité donnée de colloïde instable pour empêcher sa précipitation par une quantité donnée d'électrolyte. C'est le procédé employé par Schulze et Zsigmondy. On prend 10 centimètres cubes d'une solution d'or colloïdal préparée par le procédé Zsigmondy (réduction du chlorure d'or par le formol), contenant 0 gr. 005 °/₀ d'or. On ajoute d'abord une quantité variable de colloïde stable et l'on ajoute ensuite 1 centimètre cube d'une solution à 10 °/₀ de NaCl. Ou bien il se produit, soit un précipité, soit un changement de teinte (du rouge, virage au violet, puis au bleu), ou bien la solution n'éprouve aucune variation.

Voici les quantités minima (exprimées en milligrammes) de différents colloïdes stables qu'il suffit ainsi d'ajouter pour empêcher le changement de teinte :

Gélatine : 0,005 à 0,01; Albumine d'œuf : 0,1 à 0,2; Dextrine : 10 à 20 et même 40 à 80.

On voit donc que le poids du colloïde stable qui doit être ajouté varie suivant la nature de ce colloïde. Remarquons pourtant que, dans ces expériences, les quantités des substances colloïdales qui interviennent peuvent être du même ordre de grandeur.

2° Ou bien, l'on ajoute une quantité donnée de colloïde stable à un colloïde instable et l'on détermine, pour différents électrolytes, les quantités limites qui provoquent la précipitation.

Ainsi, par exemple[1], en prenant 2 centimètres cubes d'Ag colloïdal (préparé par réduction du citrate d'Ag par un sel de fer et lavages répétés) et en ajoutant des quantités de plus en plus grandes d'amidon, on trouve qu'il faut ajouter les quantités suivantes de $Mg(AzO^3)^2$ pour produire un précipité :

	AMIDON à 1 p. 10.000		$Mg(AzO^3)^2$ à 5 p. 1.000
2 cc. Ag coll.	+ 3 g.	sont précipités par	3 gouttes.
2 cc. —	+ 10 g.	—	6 g.

Ou bien :

2 cc. Ag coll.	+ 3 g.	sont précipités par	9 g.
2 cc. —	+ 5 g.	—	12 g.
2 cc. —	+ 6 g.	ne sont pas précipités par un grand excès de $Mg(AzO^3)^2$.	

Ceci nous montre que la stabilité augmente au fur et à mesure qu'on ajoute du colloïde stable; à partir d'une certaine limite, il suffit de très petites quantités pour produire de grandes différences de stabilité; puis, à un certain moment, la stabilité du mélange devient comparable à celle du colloïde le plus stable.

Si l'on fait varier la quantité de colloïde instable, on voit que la quantité de colloïde stable nécessaire pour le protéger contre l'action des électrolytes croît comme la quantité du colloïde instable.

Par exemple :

A 3 cc. d'une sol. A Ag coll.,			il faut ajouter	0 g. 01 amidon,
A 3 cc. —	$\frac{A}{2}$		—	0 g. 0015 —
A 3 cc. —	$\frac{A}{4}$	—	—	0 g. 0005 —

pour que l'on n'obtienne plus de différence de teinte par addition de $NaAzO^3$, même en grande quantité.

§ 2. — **Mélange de colloïdes de signes opposés.**

Lorsqu'à un colloïde positif on ajoute un colloïde négatif, ou réciproquement, on observe toujours une modification des propriétées des deux colloïdes.

1. *Solutions concentrées.* — Si les solutions colloïdales employées sont suffisamment concentrées (par exemple, pour l'hydrate ferrique colloïdal, solution à environ $\frac{1}{500}$; pour le sulfure d'arsenic, $\frac{1}{200}$, etc.), il se produit, pour des proportions déterminées des deux colloïdes, un précipité plus ou moins abondant, partiel ou total, comprenant les deux colloïdes mis en présence.

Voici quelques exemples donnés par nous :

2 cm³ Ag coll.	+ 1 goutte	Hydrate ferr.	Aucun changement apparent.
—	3 —	—	Précipité granuleux.
—	5 —		Changemt de teinte, pas de précipité.
—	10 —		Changemt de teinte, pas de précipité.

et par Biltz :

Or coll.	Au	Hyd. ferr.	Fe^2O^3	
10 cm³ = 1,4 mgr.	+ 5 cm³ =		8 mgr.	Aucune précipitation.
			4 —	Flocons se formant très lentement.
	—		3,2 —	Précipitation totale.
			2,4 —	Flocons se formant très lentement.
—	—		1,6 —	Flocons, la solution restant rouge.
	—		0,8 —	Léger trouble.
—	—	—	0,82 —	Aucune précipitation.

[1] V. Henri, S. Lalou, A. Mayer, G. Stodel : *Loc. cit.*

Sulf. As	As^2S^3	Hyd. ferr.	Fe^2O^3	
—	—	—	—	
5 cm³ = 12 mgr.	+ 10 cm³ =		16 mgr.	Flocons, solut. brune surnageante.
—	—	—	12.8 —	Même aspect.
—		—	8 mgr.	Flocons, solut. jaune.
—	—	—	6.4 —	Précipitation.
—	—	—	4.8 —	Précipitation presque totale.
—	—	—	1.6 —	Flocons très petits solution jaune.
—	—	—	0,48 —	Homogène.

Linder et Picton, qui ont les premiers observé la précipitation des colloïdes les uns par les autres, ont opéré surtout sur les couleurs d'aniline (bleu d'aniline, négatif + rouge de Magdala, positif; bleu d'aniline + violet de méthyle, etc.); nous avons étudié la précipitation de l'hydrate ferrique colloïdal par l'argent colloïdal, le sulfure d'arsenic, le ferrocyanure de Cu, le mastic, l'amidon, la gélatine, l'albumine.

Biltz a étudié la précipitation des colloïdes négatifs : or colloïdal et sulfure d'As par les colloïdes positifs suivants : hydrate ferrique, hydrates d'alumine, de chrome, de zircon, de cérium.

Neisser et Friedmann ont étudié la précipitation de l'hydrate ferrique colloïdal par le mastic et par le sulfure d'As, du neutral roth (positif) par le mastic, de l'éosine (négatif) par le brun Bismarck, etc.

Nous avons montré et l'on voit dans les exemples précédents qu'à mesure que l'on ajoute le colloïde négatif au colloïde positif, la précipitation est d'abord partielle : souvent, il n'y a au début qu'un louche plus ou moins intense; puis se forment des flocons, dont la quantité augmente ; pour une quantité donnée du colloïde ajouté, la précipitation est ou bien totale, ou bien maxima. Si, alors, on continue à ajouter du colloïde, on voit le précipité se redissoudre peu à peu et disparaître.

La précipitation passe donc par un maximum, et des deux côtés de ce maximum, la précipitation n'est que partielle : on voit, en effet, pour les colloïdes colorés, que la liqueur surnageante reste plus ou moins fortement teintée.

Les proportions des deux colloïdes pour lesquelles la précipitation est maximale varient beaucoup suivant la nature du colloïde. Par exemple, Biltz trouve qu'une solution contenant 1mg,4 d'or colloïdal est précipitée au maximum par les solutions colloïdales contenant :

CeO^2	4 milligr.	ZrO^2	6,5 milligr.
La^2O	[illegible]	Cr^2O^3	3 —
ThO^2	2,5 —	Al^2O^3	2 —

28 mgr de sulfure d'As colloïdal sont précipités par :

Fe^2O^3	32 milligr.	ZrO^2	6,5 milligr.
ThO^2.	22 —	Cr^2O^3	3 —
CrO^2.	11 —	Al^2O^3	2 —

24 milligrammes de sulfure d'As colloïdal sont précipités au maximum par :

Fe^2O^3	13 milligr.	ZrO^2	2 milligr.
ThO^2.	3 —	Al^2O^3	2 —
CrO^2. .	4 —	Cr^2O^3 . .	0,5 —

On voit que les proportions des colloïdes varient d'un colloïde à l'autre suivant une loi qui n'est pas simple. Ainsi, il faut moins d'hydrate ferrique que de cérium pour précipiter l'or colloïdal, tandis qu'il en faut plus pour précipiter les sulfures, etc... L'étude approfondie de cette question n'a pas encore été faite.

La précipitation d'un colloïde par un autre, de signe opposé, est un phénomène réversible. Ainsi si, à 10 centimètres cubes d'Ag colloïdal, nous ajoutons d'abord 1 centimètre cube d'hydrate ferrique colloïdal, ce qui donne lieu à un précipité, et qu'ensuite nous ajoutons 5 centimètres cubes de la solution d'Ag colloïdal, le précipité se redissout partiellement ou totalement, et nous obtenons le même mélange que si nous avions ajouté tout d'abord, à 15 centimètres cubes d'argent, 1 centimètre cube d'hydrate ferrique. Cette réversibilité sera discutée plus loin.

2. *Solutions diluées.* — Lorsqu'on mélange des solutions colloïdales de signe opposé diluées, on peut n'observer de précipité pour aucune proportion des solutions mélangées. Pourtant, leurs propriétés ont subi une variation.

Si l'on cherche à mesurer la stabilité du mélange vis-à-vis des électrolytes, c'est-à-dire à déterminer la quantité minima d'électrolyte nécessaire pour précipiter le mélange, on voit qu'au fur et à mesure qu'on ajoute au colloïde le colloïde de signe opposé, la stabilité du mélange diminue, passe par un minimum, et augmente ensuite. Exemple :

		AMIDON		NaAzO³ à 10 °/₀
		—		—
2 cc. Hydrate ferrique	+	0 goutte	précipitent par	34 g.
2 cc. —	+	1 —	—	30 g.
2 cc. —	+	2 —		20 g.
2 cc.	—	5 —	—	15 g.
2 cc.		10 —	—	10 g.
2 cc. —	+	30	sont impossibles à précipiter par $NaAzO^3$.	

On obtient très facilement des séries identiques en mélangeant l'hydrate ferrique et l'argent, le sulfure d'As, ou le rouge de Magdala et le sulfure d'As, etc.

La position de ce minimum correspond à celle qu'occupe, pour les solutions concentrées, le point de précipitation optimum. On peut s'en assurer en comparant des séries de mélanges des mêmes colloïdes de plus en plus concentrés.

3. *Propriétés des mélanges.* — Linder et Picton

ont vu que, si l'on mélange deux colloïdes de signe opposé, les propriétés électriques du mélange dépendent de la proportion des deux colloïdes. Le signe du mélange est celui du colloïde qui est en excès.

Quand on fait une série de mélanges contenant une même quantité de colloïde négatif et des quantités de plus en plus grandes de colloïde positif, ces mélanges présentent — nous l'avons vu — ou bien un optimum de précipitation, ou bien un minimum de stabilité.

Nous avons étudié les propriétés de transport électrique et de précipitabilité des mélanges des deux côtés de ce point particulier. Nous avons vu que le mélange se comporte toujours comme un colloïde simple négatif ou positif. Du côté où le négatif est en excès, le mélange a les propriétés d'un colloïde négatif; du côté opposé, le mélange a celles d'un colloïde positif.

Par exemple, en mélangeant 2 centimètres cubes d'argent colloïdal à des quantités de plus en plus grandes d'hydrate ferrique, on voit que, au début, le mélange se transporte vers le pôle positif; il précipite par des quantités très faibles de nitrate de zinc, par exemple 5 gouttes de $Zn(AzO^3)^2$ à 2 °/₀₀, et par des quantités très grandes de sulfate de soude : il se comporte donc comme un colloïde négatif. Puis, après avoir dépassé l'optimum de précipitation (2 c. c. Ag. coll. + 5 gouttes hydrate ferrique), la nouvelle solution colloïde se transporte au pôle négatif; elle n'est plus précipitable par le nitrate de zinc en grand excès; au contraire, elle précipite du sulfate de soude : elle a donc tout le caractère d'un colloïde positif.

4. *Sensibilisation des colloïdes.* — Il résulte immédiatement de ce qui précède qu'on peut augmenter la sensibilité d'un colloïde à l'action d'un autre colloïde de signe opposé en ayant recours à tous les agents qui diminuent sa stabilité. Par exemple, l'addition d'électrolytes, l'action des radiations sur un colloïde positif augmenteront sa sensibilité vis-à-vis d'un colloïde négatif. Ce résultat général trouve des applications nombreuses en Biologie, en particulier pour expliquer certains phénomènes de sensibilisation observés, par exemple, dans l'action d'agglutinines et de toxines.

On peut également diminuer et même quelquefois empêcher la précipitation d'un colloïde par un autre en stabilisant le premier par addition d'un colloïde plus stable, du même signe que lui.

Cette stabilisation par un colloïde stable d'un colloïde instable vis-à-vis d'un autre montre que beaucoup des propriétés des mélanges de plusieurs colloïdes nous sont encore inconnues. Lorsqu'il se produit un précipité dans le mélange de deux colloïdes de signe opposé, ce précipité comprend les deux colloïdes. On se demande d'abord si l'union ainsi formée entre les deux colloïdes est définitive, ou bien si on peut enlever l'un des colloïdes, par exemple en faisant agir sur le précipité une solution d'un troisième colloïde, ou bien de différents électrolytes. Il s'agit ensuite de savoir si le précipité, par exemple Ag coll. + hydrate ferrique, est insoluble dans un troisième colloïde, positif ou négatif, et dans lequel.

Nous ne savons pas non plus si, lorsqu'à des mélanges de deux colloïdes du même signe, de stabilité égale ou différente, on ajoute des quantités croissantes de colloïde de signe opposé, le précipité qui se forme entraîne les deux colloïdes ou bien un seul d'entre eux? Toutes ces questions méritent une étude complète.

5. *Action des suspensions les unes sur les autres.* — Nous ne pouvons pas comparer ces actions des colloïdes de signes opposés les uns sur les autres à des actions analogues se produisant pour des émulsions ou pour des suspensions fines, la question n'ayant pas été étudiée jusqu'ici. Mais la stabilisation d'un colloïde par un colloïde stable que nous avons étudiée plus haut, trouve des analogues dans le cas des émulsions et des suspensions fines « stabilisées » par la présence d'un colloïde tel que la gélatine ou la gomme. Nous allons retrouver ces phénomènes en étudiant le rôle des colloïdes dans la formation de certains précipités.

§ 3. — Rôle des colloïdes dans la formation de précipités.

Depuis longtemps, la Chimie analytique avait montré que la présence de gélatine, gomme, dextrine dans un liquide empêche la séparation par précipitation de certains sels. Par exemple, dans une solution contenant même un millième de gélatine, le précipité de chlorure d'argent ne se dépose que très lentement. On obtient un louche persistant passant à travers les filtres. Il en est de même pour les sulfures, le chromate d'Ag, etc. La photographie et d'autres arts techniques (préparation des couleurs, etc.) utilisent depuis longtemps cette propriété générale. C'est ainsi, par exemple, que l'on forme l' « émulsion » photographique. On provoque chimiquement, par une réaction simple, la formation d'un chlorure, d'un bromure ou d'un iodure d'argent dans une solution de gélatine. Au début, la solution est opalescente, puis devient louche, et enfin laiteuse. Si l'on suit cette transformation au microscope, on voit qu'elle correspond à un grossissement progressif des grains du sel d'argent. On sait, d'ailleurs, que la lumière n'a d'action sensible sur ces grains que s'ils atteignent

une certaine grosseur (mûrissement des plaques).

Lobry de Bruyn a recherché quels sont les précipités qui deviennent incapables de s'agglomérer en présence de colloïdes stables tels que la gélatine : il a trouvé que l'or, l'argent, le mercure, les sulfures, les hydroxydes, le chromate d'argent, le ferrocyanure de Cu et de Zn, le peroxyde de manganèse restent en suspension s'ils se forment en présence de gélatine. Ces mêmes corps donnent facilement dans ces conditions des solutions colloïdales. Au contraire, certains corps, qui sont toujours cristalloïdes, s'agglomèrent en un précipité, même quand ils se forment en présence de gélatine. Tels sont l'oxalate de Ca, le sulfate de baryum et le phosphate ammoniaco-magnésien [1].

Nous avons vu plus haut que la floculation des poudres et suspensions fines est fortement accélérée par l'addition d'électrolyte. L'addition de gélatine et des autres colloïdes stables préserve ces suspensions de l'action des électrolytes. L'étude de ces faits a été faite par A. Muller [2] pour différentes suspensions et émulsions, et également pour des suspensions de poudres fines; par exemple, si l'on agite une poudre fine de phosphore rouge dans de l'eau, la poudre se dépose très vite si l'on ajoute un peu de chlorure de sodium. Cette action du sodium est moins accusée si l'on ajoute de la gélatine, de l'albumine, de la gomme adragante, etc. L' « action préservatrice » exercée par différents colloïdes varie suivant la substance à préserver et la nature du colloïde. L'augmentation de viscosité que l'addition du colloïde produit dans la liqueur ne peut suffire à expliquer ces faits, puisque des solutions, même très visqueuses, de sucre et de glycérine ont une action préservatrice beaucoup plus faible.

On doit rapprocher des phénomènes précédents les phénomènes d'agglutination et de préservation des cellules agglutinables, qui ont été beaucoup étudiés par les biologistes au cours de ces dernières années. Nous nous contenterons d'indiquer ici cette question qui, par son étendue et sa difficulté, mérite une étude spéciale [3].

IV. — Les résidus secs et les précipités colloïdaux. Leurs propriétés physico-chimiques. Combinaisons d'adsorption.

Lorsque, grâce aux agents physiques, on enlève l'eau d'une solution colloïdale; lorsque, par l'addition d'un corps soluble ou d'un autre colloïde, on « précipite » une solution colloïdale, on obtient un résidu, un précipité. Qu'est-ce que ce résidu? Qu'est-ce que ce précipité? Quelles sont leurs propriétés? C'est ce que nous allons examiner maintenant, et avec d'autant plus d'attention que l'une de ces propriétés, celle de former des combinaisons d'adsorption, a, nous le verrons, une importance considérable.

§ 1. — Aspect physique des résidus secs et des précipités colloïdaux.

Nous avons vu qu'en évaporant les solutions colloïdales, on obtient un résidu qui passe par toute une série d'aspects variables. L'exemple que nous avons donné est celui de la silice, dont l'aspect — au cours de l'évaporation — est successivement laiteux, puis corné et transparent, puis crayeux. Cet aspect du résidu de l'évaporation n'est pas le même pour toutes les solutions colloïdales. Spring a essayé de systématiser ces différences, en distinguant les résidus à cassure conchoïdale, terne et grenue, de ceux à cassure brillante, vitreuse et solide. Les premiers (sulfure de cuivre colloïdal, sulfure de mercure) ressemblent au kaolin, au carbone précipité. Les seconds (sulfures d'arsenic, d'antimoine, de cadmium, d'étain, hydrate ferrique, gommes, laques, mastic, benjoin) sont d'apparence gélatineuse. Ils sont, en général, plus difficilement précipitables que les premiers, et c'est à cette catégorie qu'appartiennent tous ceux qui se gonflent dans l'eau, et qui forment des membranes. Van Bemmelen a décrit toute une série d'états intermédiaires entre le colloïde pulvérulent amorphe et le gel qui se rétracte petit à petit en formant quelquefois des cavernes.

Les précipités de colloïdes obtenus par addition de corps étrangers peuvent présenter tous ces états intermédiaires. De plus, dans certains cas, ils prennent la forme de cristaux, de sphéro-cristaux, de globulites, de figure assez régulière, bien que non déterminée encore au point de vue cristallographique.

Il faut ajouter que l'aspect du colloïde ne dépend pas seulement du mode de précipitation ou de la vitesse et du degré de l'évaporation, mais de la nature de la paroi sur laquelle il se forme. L'influence de toutes ces conditions secondaires, les aspects macroscopiques et microscopiques qui en résultent, ont été étudiés avec le plus grand soin par Bütschli et par Quincke. Ce dernier auteur, en particulier, a minutieusement examiné les résidus formés sur une paroi liquide, telle que le mercure, qui permettent aux formes obtenues de se développer dans les trois dimensions. Jusqu'ici, de la masse des faits recueillis aucune loi générale n'a encore été tirée.

[1] Lobry de Bruyn : *Rec. des Tr. Pays-Bas*, t. XIX (1900), 236-249.

[2] A. Muller : *Berichte D. Ch. Gesell.* (1904), p. 11-16.

[3] Cette dernière sera faite prochainement dans cette *Revue* par l'un de nous.

Les précipités et les résidus colloïdaux sont stables et permanents. Ils sont capables d'entrer dans de nouvelles réactions, et de former des combinaisons plus complexes. On doit donc étudier successivement leurs propriétés, l'énergie de liaison des éléments qui les composent, la façon dont ils entrent dans de nouvelles réactions chimiques (statique et cinétique chimiques) et enfin leur composition.

§ 2. — Propriétés des résidus et des précipités colloïdaux. Energie de liaison de leurs composants.

Les propriétés stochiométriques des précipités et des résidus colloïdaux ont été fort peu étudiées, et jamais systématiquement. Nous n'avons que des données partielles et tout à fait insuffisantes sur leur densité, leur « solubilité », la façon dont ils réfractent ou absorbent la lumière, leur conductivité électrique, et les variations de ces propriétés. Nous sommes plus renseignés sur l'énergie de liaison de leurs composants.

Nous avons vu que, lorsqu'on sépare la silice de l'eau, une partie de l'eau reste toujours liée à la silice. L'énergie de cette liaison est variable. Van Bemmelen a montré que, dans une couche liquide en contact avec la silice, elle est d'autant plus grande que le liquide est plus près de la paroi du colloïde. Lorsqu'on veut enlever cette couche liquide par pression, au fur et à mesure que la quantité de liquide diminue, la pression nécessaire pour l'enlever augmente, jusqu'à atteindre des centaines et des milliers d'atmosphères. Lorsqu'on dessèche un gel ou un précipité colloïdal par évaporation, à la fin de la dessiccation, il y a absorption d'air par le précipité. Cet air est à la pression moyenne de 4,2 atmosphères. La dessiccation et le mouillage d'un gel ou d'un précipité colloïdal s'accompagnent d'une absorption ou d'un dégagement de chaleur. Meissner a vu que, pour mouiller 1 gramme d'hydrogel desséché de SiO^2, il y a dégagement de 38 calories. Gore[1] a constaté le même phénomène pour SiO^2, Al^2O^3, SnO^2, Fe^2O^3, Cr^2O^3, MnO^2 colloïdaux. Rodewald a étudié avec beaucoup de soin un phénomène analogue présenté par l'amidon.

Il est tout indiqué de rapprocher ces phénomènes d'autres, tout à fait analogues, que présentent les poudres inertes et certaines matières organiques. Chappuis a trouvé expérimentalement que, lorsqu'on mouille par l'eau 1 gramme de charbon animal, il y a dégagement de 8 calories; Meissner, de 4 calories; Berthelot, que l'absorption de SO^2, AzH^3 par le charbon dégage une quantité de chaleur plus grande que la chaleur de condensation de la solution à la même température. Vignon a constaté les mêmes faits pour l'absorption des acides et des bases par la laine et la soie, et Koïner pour celle de l'acide tannique par la peau animale.

Enfin Langergren a, par des calculs de Thermodynamique, trouvé que la force moyenne sous laquelle les couches de solution sont absorbées par la silice, le noir animal, le kaolin, la poudre de verre, est de quelques (7 à 10) milliers d'atmosphères.

§ 3. — Combinaisons des précipités colloïdaux. Absorption ou adsorption.

Lorsqu'on met un résidu sec ou un précipité colloïdal en présence d'eau ou d'une solution, une certaine partie de l'eau ou de la solution est retenue par le colloïde. Il est ensuite extrêmement difficile de l'en séparer. On a donné à ce phénomène dans le cas de l'eau le nom d'imbibition, dans le cas d'un autre corps le nom d'absorption ou *adsorption*. Le composé ainsi formé a été nommé : composé d'adsorption.

Lorsqu'on étudie de près ces composés, comme l'a fait van Bemmelen, on voit que leur formation dépend des conditions suivantes :

1. *Facteurs des combinaisons d'adsorption. Cas des colloïdes.* — 1° La combinaison dépend d'abord du colloïde absorbant :

α) De sa structure : elle est différente suivant que le colloïde est membraneux, réticulaire, spongieux ou formé de globulites;

β) Des modifications qu'il a subies soit au cours de la préparation, soit du fait du temps, soit sous l'action de la chaleur ou des substances étrangères qu'il contient;

γ) De sa composition chimique.

2° La combinaison dépend de la substance absorbée :

α) De sa composition chimique ;

β) De sa concentration.

3° La combinaison dépend de la température.

La loi suivant laquelle la combinaison dépend de chacun de ces facteurs n'a pas encore été dégagée. On ne possède que des résultats globaux.

De la nature du colloïde et de celle de la solution dépend, dans une certaine mesure, la quantité de substance absorbée. Par exemple, si l'on met un précipité ou un résidu colloïdal en présence d'une solution, deux cas peuvent se présenter :

1° Ou bien la substance en solution se partage entre le colloïde et la solution de telle manière que, lorsque l'équilibre est établi, elle se trouve en plus grande concentration dans le colloïde que dans la solution.

[1] Gore : *Phil. Mag.* (1894), t. XXXVII, 306.

Par exemple, les hydrogels de Al^2O^3, SnO^2, MnO^2, etc., présentent ce phénomène lorsqu'on les met en présence d'acides, de bases, de sels. Voici les chiffres trouvés par van Bemmelen pour l'acide métastannique colloïdal et HCl :

Etat initial.		
Acide métastannique millimol. .	21,31	5.33
Eau millimol	443.9	554,9
HCl millimol. dans 1 g. mol. de la solution.	0.57	0,57
Etat final.		
HCl millimol dans 1 g. mol. de la solution.	0.07	0.28
HCl millimol. dans 1 g. mol. d'eau du colloïde à 1,4 H^2O	7.5	22.0
HCl millimol. dans 1 g. mol. d'eau du colloïde à 2,2 H^2O	4.8	14,0

2° Ou bien la substance absorbée est, au moment de l'équilibre, à la même concentration dans le colloïde et dans la solution.

Par exemple, les solutions des sels acides ou alcalins en présence de l'hydrogel silicique.

Il faut remarquer que, pour ce cas, il reste toujours une incertitude. On ne sait, en effet, pas dans quelle mesure l'eau contenue dans le colloïde est comparable à l'eau surnageante. On peut trouver des concentrations apparemment égales, sans qu'elles le soient en fait; par exemple, si les sels se contractent sous l'effet de la pression, il y a dans le gel une pression forte (Langergren).

L'influence de la concentration de la solution est considérable. Si l'on augmente la concentration de la solution que l'on met en présence du colloïde précipité, l'absorption du corps en solution augmente, mais suivant une loi qui n'a pas encore été formulée.

Van Bemmelen l'a montré pour HCl et l'acide métastannique colloïdal.

De même, Biltz trouve pour la benzopurpurine et $Al(OH)^3$ colloïdal :

$Al^2O^3 = 0.0744$ gr. *Solution de benzopurpurine dans 500 cc*).

	PARTIE restée en solution	PARTIE adsorbée
Matière colorante. . . .	0.0021 °/₀	0.0154 °/₀
—	0.0094	0.0206
—	0.0158	0,0242
—	0.0329	0,027
—	0.0710	0.029

On voit que, la concentration augmentant dans la solution, elle augmente dans le colloïde, d'abord rapidement, puis de moins en moins vite.

Ainsi les combinaisons d'adsorption sont, nous le voyons, des combinaisons partielles; elles dépendent de la nature du composé colloïdal et de la solution en présence, de leurs quantités, de leur concentration; le composé nouveau formé a une composition non point fixe, mais variable; les proportions des corps qui le forment sont indéfinies.

2. *Cas des poudres et des matières organiques.* — Des faits absolument comparables ont été étudiés par différents auteurs, sous le nom d'absorption par les poudres et les matières organiques.

a) Cette absorption dépend, elle aussi, d'un certain nombre de facteurs :

1° De la nature et de la structure de la substance absorbante. Par exemple, van Bemmelen a comparé l'adsorption de certaines solutions par MnO^2 rouge et MnO^2 noir :

SOLUTION	PARTIE adsorbée par MnO_2 rouge — m. 1 gr. mol.	PARTIE adsorbée par MnO_2 noir — milli.gr. m
40 cc. d'eau et 10 mg. mol. H_2SO_4 . .	3.95	1,15
20 cc. d'eau et 20 mg. KOH	29,6	1,68
40 cc. d'eau et 10 mg. mol. K_2SO_4 . .	5,4	1.65

2° De la nature du solvant de la solution absorbée.

Walker et Appleyard ont vu que la soie absorbe plus d'acide picrique lorsque celui-ci est en solution aqueuse que lorsqu'il est en solution alcoolique :

3° De la nature de la substance dissoute dans ce solvant :

Par exemple MnO^2 rouge absorbe plus les bases alcalines que les sels;

4° De l'état de la molécule de la substance absorbée dans le solvant (molécule double, simple ou ionisée). Les ions semblent absorbés plus que les molécules. Par exemple, les acides très dissociés sont absorbés plus que les acides peu dissociés ;

5° Enfin de la température.

En général, le pouvoir absorbant décroît avec la température (Langergren).

Par exemple, d'une quantité donnée de solution d'acide oxalique et d'acide succinique, le noir animal extrait :

A 0°.	1	1
A 3,°	0,53	0.78

b) Quant à la concentration relative dans la poudre et dans la solution surnageante, trois cas peuvent se présenter :

1° Le corps additionnel est plus concentré dans la poudre que dans le liquide surnageant. C'est toujours le cas pour l'absorption par les poudres de charbon et de kaolin, quand elles ne contiennent pas d'eau au début de l'expérience;

2° Le corps additionel est également concentré dans la poudre et le liquide;

3° Le corps additionnel est moins concentré

dans la poudre que dans le liquide (absorption négative). C'est le cas du charbon et du kaolin en présence de la solution aqueuse de NaCl, Na^2SO^4, KCl, AzH^4Cl.

c) La relation entre la concentration de la solution contenant le corps qui doit être absorbé et la quantité de ce corps absorbé par la poudre ou la matière organique est du même ordre que celle que nous avons étudiée dans le cas des colloïdes.

Par exemple, Biltz a étudié l'adsorption du bleu de molybdène par la soie :

1 gr. de soie, 4,5 gr. de molybdate d'ammoniaque. *150 cc. de solution.*

	PARTIE restée en solution	PARTIE adsorbée
Matière colorante	0,057 %	0,113 %
—	0,124	0,376
—	0,40	1,60
—	0,65	2,35
—	1,215	2,785

On voit que la courbe qu'on peut construire au moyen de ces chiffres a tout à fait la même allure que celle qui exprime les concentrations d'HCl dans l'acide métastannique et dans la solution surnageante.

d) Enfin, on a cherché à établir la *vitesse d'adsorption* d'un sel par une poudre.

D'après Langergren, cette vitesse est exprimée par l'équation :

$$\frac{dx}{dt} = k(\chi - x),$$

dans laquelle χ est l'état d'équilibre, et x l'adsorption à chaque moment.

Voici les nombres trouvés et calculés pour l'adsorption de l'acide oxalique par le charbon :

	Après 5 min.	Après 10 min.	Après 30 min.	Après 1 heure
Trouvés. x . . .	46	90	151	198
Calculés. x . . .	42	76	163	215

$\chi = 240.$

V. — Conclusions.

L'exposé qui précède nous montre que les résidus secs et les précipités colloïdaux donnent des composés particuliers, dont la propriété la plus saillante est la variation continue. Cette variation continue peut être rapprochée des phénomènes de dissolution et de répartition entre deux solvants. Pourtant, une différence essentielle distingue les deux ordres de faits. Les phénomènes de dissolution et de répartition sont entièrement réversibles, tandis que l'adsorption du corps adsorbé est partiellement irréversible, puisqu'on ne peut enlever cette partie que par substitution d'une quantité équivalente d'un autre radical.

Il ne s'agit donc pas ici d'une simple répartition physique, bien que les deux phénomènes aient plus d'un point commun. D'un autre côté, il ne s'agit pas non plus d'une véritable combinaison chimique, au sens habituel du mot, puisque ce n'est pas une combinaison en proportion définie. Les colloïdes ont avec les autres corps des liaisons qui sont intermédiaires entre la dissolution et la combinaison vraie. Pour désigner ce genre de liaison, van Bemmelen a proposé le nom de « combinaison d'adsorption », en rappelant que ce terme désigne des « combinaisons chimiques en proportion variable », comme celles qu'admettait Berthollet et que, même après l'établissement de la loi de Dalton, Gay-Lussac et Avogrado croyaient possibles.

La connaissance de ces « combinaisons d'adsorption » jette une vive lumière sur l'histoire tout entière des solutions colloïdales. Nous verrons, dans la troisième partie, comment les combinaisons des solutions colloïdales, quelles qu'elles soient, sont comparables à celles que nous venons de décrire, et comment elles aboutissent à la formation de composés insolubles (précipitation des solutions colloïdales par les électrolytes) ou de complexes restant en solution (transformations des granules colloïdaux).

Victor Henri, Docteur ès Sciences, Préparateur à la Sorbonne. et **André Mayer**, Docteur en médecine, Licencié ès Sciences.

REVUE ANNUELLE D'ANATOMIE

I. — La Cellule.

§ 1. — Les différenciations du protoplasme : mitochondries, pseudochromosomes, chromidies.

Dans une précédente revue (1899), nous avons déjà eu l'occasion de parler de certaines portions du protoplasme, qui semblent, fonctionnellement au moins, plus hautement différenciées que le reste, et que Prenant groupe sous la dénomination générale de protoplasme supérieur : archoplasme, kinoplasme, ergastoplasme. Dès cette époque, des différenciations analogues avaient déjà été décrites sous d'autres noms; d'autres l'ont été depuis; toutes attirent de plus en plus l'attention des histologistes, et nous devons en dire quelques mots.

Tout d'abord ce sont les « grains de filaments (Fadenkörner) » ou « mitochondries » de Benda[1]. Par une méthode de coloration spéciale, à l'alizarine et au violet cristal, Benda est arrivé à teindre très vivement et d'une façon élective certaines granulations spéciales du protoplasme, contenues, dit-il, dans l'épaisseur même des filaments de sa trame. C'est d'abord dans les spermatozoïdes en voie d'achèvement qu'il les a trouvées (1898), et il a montré, plus nettement qu'on n'avait pu le faire jusque là, que ce sont ces granulations qui, se tassant autour du filament axile du segment intermédiaire, s'ordonnant en série linéaire et se fusionnant, forment le filament spiral qui représente l'enveloppe de ce segment chez les Mammifères. Il en donne notamment une très belle figure en couleur dans les *Ergebnisse* de 1903, chez le Rat. Ces granules ne sont pas un produit des réactifs; ils ont une existence bien réelle, puisqu'on peut les voir sans réactif chez les spermatozoïdes (ou spermies) frais de certains Invertébrés (Paludine), puisque La Valette Saint-Georges et von Brünn les avaient depuis longtemps aperçus dans leurs dissociations par le simple sérum. Von Brünn avait montré qu'ils ont la réaction des granules du protoplasme, puisqu'il se dissolvent par l'acide acétique.

Benda a retrouvé ces granulations dans les autres cellules testiculaires : spermatides, spermatocytes, spermatogonies, et même cellules de Sertoli. Peu abondantes et disséminées dans les spermatogonies, elles sont de plus en plus nombreuses dans les générations cellulaires suivantes. Dans les spermatocytes, elles ont tendance à s'accumuler de préférence autour de la sphère attractive. Chez le *Bombinator*, en outre, beaucoup d'entre elles se disposent en chaînettes de grains, qu'il appelle des *chondromites*.

Enfin, ces granulations peuvent exister aussi dans de nombreuses autres variétés cellulaires, épithéliales et musculaires notamment (bâtonnets de la cellule rénale), dans les premières cellules de segmentation de l'œuf ou blastomères, chez les Infusoires, etc... Pour Benda, c'est donc une variété de cytomicrosomes, de granulations protoplasmiques, hautement différenciées, distinctes de toutes les autres par leur coloration spécifique. Ce sont de véritables organes individualisés de la cellule animale, qui persistent souvent pendant la caryocinèse, pour se distribuer aux deux cellules-filles. Il les considère, vu leur présence dans les racines ciliaires, leur importance dans l'édification du muscle strié, etc., comme liées, le plus souvent au moins, à une fonction motrice, capables aussi de jouer un rôle dans le transfert des propriétés héréditaires.

D'autre part, M. Heidenhain[1] a donné en 1900 le nom de « pseudochromosomes » à des filaments plus gros, plus réguliers, mais se rapprochant des chondromites, filaments observés d'abord par Hermann sous le nom « d'anses archoplasmatiques » dans les spermatocytes du Protée.

Van der Stricht[2], suivant l'évolution de l'ovule chez les chauve-souris (spécialement chez le *Vesperugo noctula*), a vu, dans l'oocyte très jeune (embryon), se différencier autour du noyau une couche protoplasmique plus dense, qu'il appelle *couche vitellogène*, et qui serait essentiellement constituée d'une multitude de *mitochondries*. Plus tard, ces granulations se disposent surtout autour du *corps vitellin de Balbiani*; elles tendent à se juxtaposer pour former des filaments granuleux pelotonnés ou *chondromites*. Puis ces filaments deviennent plus gros, plus vivement colorables, rappellent bientôt les chromosomes nucléaires, dont ils sur-

[1] Benda : Entstehung der Spiralfaser des Verbindungsstückes der Säugetierspermien. *Verhandl. der Anat. Gesell.*, t. XII, Kiel, 1898. — Voyez aussi *Verh. der Physiol. Gesell. zu Berlin.*, 11 août 1898, 1er février 1899, 10 décembre 1899; *Verhandl. der An. Gesell.*, t. XV, Bonn, 1901; enfin, die Mitochondria, *Ergebnisse der Anatomie*, de Merkel et Bonnet, t. XII, Wiesbaden, 1903; et *Verhandl. der An. Gesell.*, t. XVII, Heidelberg, 1903.

[1] M. Heidenhain : Ueber die Centralkapseln und Pseudochromosomen.... *Anat. Anzeiger*, t. XVIII, 1900,

[2] Van der Stricht : Les pseudochromosomes dans l'oocyte de chauve-souris. *C. R. de l'Assoc. des Anat.*, t. IV, Montpellier, 1902. — La couche vitellogène et les mitochondries de l'œuf des Mammifères. *Verhandl. der Anat. Gesell.*, Bd. XXV, Iéna, 1904. Voy. aussi *C. R. de l'Assoc. des Anat.*, 1903 et 1904, et *Archives de Biologie*, 1904.

passent encore l'électivité pour les colorants, d'où le nom de *pseudochromosomes* qu'ils méritent, eux aussi, à partir de maintenant. Ils se condensent à un moment donné en un amas mal limité ou pseudo-noyau, d'où se dégage le corps vitellin. Peu à peu ils se répandent dans tout le vitellus (protoplasme ovulaire), en perdant de plus en plus leur élection colorée, et en s'épaississant considérablement. Ils sont alors devenus d'épais cordons pâles, les amas ou *boyaux vitellogènes*, formés par l'accumulation d'une infinité de mitochondries. Enfin, ils disparaissent peu à peu, par désagrégation, à mesure qu'apparaissent les vésicules deutoplasmiques, à l'élaboration desquelles ils doivent être destinés.

Chez les autres Mammifères, on trouve, soit une couche vitellogène formée par une accumulation de mitochondries, soit un ou plusieurs amas vitellogènes plus ou moins nets. Pas plus chez ces animaux que chez les Aranéides, la couche vitellogène ne fait partie du corps vitellin, comme on l'a cru : elle l'entoure simplement. Le corps vitellin proprement dit n'est formé que par la vésicule ou masse centrale, qui est le centrosome hypertrophié, contenant un ou plusieurs corpuscules centraux. Avec Gurwitsch et Winiwarter, van der Stricht homologue ce centrosome à l'idiozome de la cellule mâle et lui donne le même nom. Il homologue, d'autre part, la couche vitellogène au corps mitochondrial décrit par Meves dans les spermatides des Invertébrés (Nebenkern de la Valette Saint-Georges), s'efforçant ainsi d'établir le parallélisme entre les deux cellules sexuelles.

Pour van der Stricht, ces *mitochondries*, *chondromites* et *pseudochromosomes* se rapprochent considérablement de l'ergastoplasme de Prenant et de ses élèves, qu'il croit pouvoir ranger parmi les « formations mitochondriales ». Pour Prenant et Bouin (*Histologie*), il n'est pas douteux que les pseudochromosomes ne soient « apparentés ou même identiques aux filaments ergastoplasmiques ». Les corpuscules paranucléaires, en général, ne seraient le plus souvent qu'une forme particulière, secondaire et souvent dégénérée, de cette substance. Les frères Bouin ont décrit depuis longtemps, dans l'oocyte de l'*Asterina gibbosa* d'une part, dans les spermies de *Lithobius* de l'autre, des filaments ergastoplasmiques qui répondent aux *chondromites* de Benda. Tout cela serait donc du protoplasme supérieur, identique à l'ergastoplasme ou très voisin de lui. Mais Benda ne l'entend pas ainsi. Il prétend ne désigner sous le nom de mitochondries et chondromites que les grains et filaments colorés par sa méthode, et qui, seuls, représentent de véritables éléments spécifiques et constants de la cellule. Il reproche à Prenant et à ses élèves, à van der Stricht, à Meves, de se servir de l'hématoxyline au fer, qui est apte à colorer de tout un peu dans la cellule. Evidemment, il sera nécessaire, pour identifier définitivement toutes ces formations, de les traiter par des méthodes identiques; mais on peut répondre, avec van der Stricht, qu'elles ont toutes assurément quelque chose de commun, et qu'on a, par conséquent, quelque droit de les rapprocher; que, d'autre part, il est bon de conserver provisoirement pour chaque espèce de cellule le nom sous lequel chaque auteur les a décrites avec ses procédés particuliers de recherche. Il y a là un champ encore largement ouvert à l'activité des cytologistes, et il serait prématuré d'englober sous les noms de mitochondries ou d'ergastoplasme toutes les granulations ou tous les filaments plus colorables que le reste. Le mot de protoplasme supérieur est moins dangereux, parce qu'il est plus vague, et il permettra de faire d'aussi nombreuses subdivisions qu'il sera nécessaire.

Pendant que Benda cherche à garder à sa mitochondrie son pur caractère spécifique, voici encore un nouvel élément qui vient, pour ainsi dire, lui faire concurrence, et tend à l'englober : c'est la *chromidie* de R. Hertwig[1]. C'est encore une granulation chromatique intraprotoplasmique, mais d'origine nucléaire, que l'auteur a découverte chez les Protozoaires, mais qu'il retrouve dans les œufs des Astéries, dans l'épithélium du rein chez les Mammifères, etc... L'ensemble des chromidies ou système chromidial continuerait à jouer au sein du protoplasme le même rôle directeur que le noyau. Il existerait seul chez les Bactéries, dont il représente le noyau diffus. Goldschmidt[2] n'hésite pas à ranger parmi les chromidies les mitochondries de Benda, les pseudochromosomes, etc... Ce seraient elles qui tiendraient sous leur dépendance l'activité fonctionnelle des tissus. Bien que l'apparition de l'ergastoplasme nous semble être en corrélation évidente, dans les cellules glandulaires, avec l'activité et l'excrétion nucléaires, nous croyons que, là encore, il faut bien se garder de généraliser trop vite. Soyons esclaves des faits et plions-nous à leur diversité, plutôt que d'essayer de les plier à la belle ordonnance de nos théories, car ils finiront toujours par les renverser.

Puisque nous parlons de structure du protoplasme, signalons encore au passage plusieurs notes de Kunstler[3]. Non seulement il n'a pas aban-

[1] R. Hertwig : *Arch. fur Protistenkunde*, t. I, 1902, et *Biologisches Centralblatt*, t. XXIII, 1903. Nous passons rapidement sur ces granulations, déjà signalées dans la Revue annuelle de Zoologie de cette année.

[2] Goldschmidt : *Biologisches Centralblatt*, t. XXIV, 1904, p. 241.

[3] Kunstler : *C. R. de l'Assoc. des Anat.*, 1904. *Arch.*

donné sa théorie vacuolaire du protoplasme, mais il en donne sans cesse de nouveaux exemples, tant chez les Protistes que chez les Métazoaires. Il s'agit surtout, dans les derniers cas, de vésicules complexes ayant un corpuscule ou une tige centrale d'où partent des rayons.

§ 2. — Centrosome et centrioles, granulations basilaires, plateaux.

On sait que c'est van Beneden qui a découvert dans l'œuf d'Ascaris, au moment de la segmentation et au centre de l'aster, ce gros granule colorable qui semble jouer le rôle de pôle directeur dans la division : le corpuscule central. Est-ce un organe spécifique et permanent de la cellule? la question est encore à l'étude. Mais voici que le corpuscule central lui-même, ou centrosome, comme l'a nommé Boveri, subit une sorte de dédoublement. Boveri a décrit dans les gros centrosomes un grain central (Centralkorn), dit encore *centriole*, qu'on a souvent retrouvé, depuis, dans les cellules sexuelles et les gros blastomères. Or, Meves[1] a montré que, pendant la spermatogénèse, c'est le centriole seul qui persiste dans la spermatide, sous forme d'un double grain, ou diplosome, d'où naît le filament caudal. P. Bouin[2] fait une constatation analogue chez le *Lithobius* (Myriapode). Dans le spermatocyte, on trouve un centrosome contenant deux centrioles. Pendant la caryocinèse, on assiste à la régression successive des rayons de l'aster, de la sphère attractive, enfin du centrosome lui-même, les deux centrioles persistant seuls « à nu dans le protoplasme ». Le centrosome se reconstitue au début de la prophase suivante, mais il disparaît de nouveau, et, comme Meves, Bouin voit les deux centrioles, seuls présents dans la spermatide, constituer l'un le filament axile, tandis que l'autre se place en arrière de la tête.

Il résulterait de ceci que, lorsque, dans les cellules des tissus au repos, on trouve un double corpuscule ou diplosome (c'est la forme la plus fréquente), on serait en présence, non pas d'un centrosome, mais de centrioles; les cellules au repos ne renfermeraient que des centrioles. Le centrosome ne serait donc pas un organe spécifique permanent de la cellule; la question de la permanence se pose pour les centrioles seulement (Bouin). Avec Boveri, jusqu'ici on considérait, au contraire, ces diplosomes comme des centrosomes vrais, dont l'exiguité empêcherait de déceler le ou les centrioles.

On sait que Henneguy et Lenhossek, et après eux Benda, Prenant, etc., ont rapproché des centrosomes les granulations basilaires qu'on trouve au point d'implantation des cils vibratiles, considérant les uns et les autres comme des centres cinétiques, tendant même à les identifier. Certains auteurs ont fait des réserves : Zimmermann, par exemple, qui trouve côte à côte, dans certaines cellules ciliées, des centrosomes et des granulations basilaires, Gurwitsch, Henry. Aujourd'hui, c'est Vignon[1] qui s'élève contre la généralisation de la théorie; les granulations basilaires des spermatocytes, spermatides, anthérozoïdes peuvent dériver du centrosome, mais il ne faut pas généraliser. Dans certains cas, la granulation ne peut dériver d'un centrosome, puisque la cellule n'en a point, même à l'état de caryocinèse (divers Infusoires). La granulation, d'ailleurs, la racine ciliaire, sont des formations contingentes, souvent absentes : le cil se suffit à lui-même, et est capable, en l'absence de ces formations, de mouvements réguliers et coordonnés.

Dans ce même travail, l'auteur étudie avec soin les différenciations superficielles de la cellule, les bordures en brosse qui sont pour lui des plateaux striés décomposables en bâtonnets, libres ou englués par une gangue. Mais tous les plateaux ne sont pas des bordures en brosse; il existe notamment des plateaux formés d'alvéoles, sur une ou plusieurs couches. Les cils peuvent exister sur toutes les variétés; ils se développent aussi bien sur le protoplasme nu qu'à l'extrémité des bâtonnets ou des cloisons alvéolaires. Vignon critique assez vivement, au passage, les mitochondries et le protoplasme supérieur.

§ 3. — La Caryocinèse.

Nous signalerons simplement une contribution précieuse apportée à l'étude de certaines particularités de la division cellulaire indirecte par Jolly[2].

Cet auteur a trouvé, pour suivre la caryocinèse dans les cellules vivantes, un objet d'étude excessivement favorable : c'est le globule rouge des Tritons. Après plusieurs mois de jeûne, si l'on nourrit abondamment ces animaux, l'on verra, au bout de dix à douze jours, les globules elliptiques se gonfler, s'hydrater, devenir sphériques en perdant une partie de leur hémoglobine, et finalement entrer en caryocinèse. C'est surtout à ces divisions, continuées pendant quelques jours, que le sang doit sa régénération. Ensuite, les hématies rede-

d'Anat. microscop., 1903. *Soc. Linnéenne de Bordeaux*, 1901, 1903.

[1] Meves : *Verhandl. der Anat. Gesellsch.*, Halle, 1902; et *Ergebisse der Anatomie*, Bd. XI, Wiesbaden, 1902, etc.

[2] P. Bouin : Centrosome et centriole. *C. R. de la Soc. de Biol.*, t. LV, p. 765, 1903.

[1] Vignon : Recherches sur les épitheliums. *Thèse* doctorat ès sciences. Paris, 1902; et *Arch. de Zool. expériment.*

[2] Jolly : Recherches expérimentales sur la division indirecte des globules rouges. *Arch. d'Anat. microscop.*, t. VI, 1904, p. 454.

viennent elliptiques. L'abondance des mitoses, leur volume, rendent l'observation facile, et cela d'autant plus que les globules peuvent continuer à vivre et à se diviser pendant plus de quinze jours *in vitro*.

On comprend que, dans ces circonstances, il était relativement facile, avec beaucoup de patience, d'arriver à des données précises sur la durée de la division et de ses différentes phases, point qu'ont été obligés de négliger la plupart des auteurs, vu qu'ils étudiaient surtout des tissus fixés. Tout au moins, chez les animaux, on n'a guère pu suivre que la division des premiers blastomères. On a souvent noté ici des durées de une demi-heure à une heure et demie pour la première division, des durées de plus en plus longues pour les suivantes. Chez l'adulte, Schleicher donne deux heures à deux heures et demie pour la cellule cartilagineuse, Flemming, de deux à trois ou cinq heures.

Pour les hématies du Triton, Jolly établit d'abord qu'à température égale, l'ensemble de la division et ses différentes phases s'accomplissent dans des temps sensiblement égaux. La marche du phénomène est donc, en somme, à peu près régulière et constante. Comme moyenne d'un grand nombre d'observations, il lui assigne deux heures et demie (à 20°) de durée totale, dont vingt-cinq minutes pour la phase peloton serré, quarante minutes pour les phases peloton lâche, aster, et plaque équatoriale réunies, quinze minutes pour le diaster jusqu'au commencement de l'étranglement du corps cellulaire, dix minutes pour cet étranglement, soixante minutes pour la reconstitution totale jusqu'à la formation de la membrane nucléaire. Fait assez étonnant au premier abord, la plaque équatoriale ne persiste que de cinq à vingt minutes, jusqu'à sa séparation en deux étoiles filles. Le mouvement le plus brusque est celui de l'écartement des anses filles après fissuration en large des chromosomes; il ne dure que deux à trois minutes en moyenne. On trouve si facilement dans les tissus des plaques équatoriales typiques, qu'on était porté à y voir une des phases les plus longues. C'est une erreur, au moins pour cette variété cellulaire. Il faut dire que l'on étend parfois, dans la pratique, le nom de plaque équatoriale à l'aster ou même au commencement du diaster. D'autre part, si l'on s'attache si facilement, dans la recherche des cinèses, à ce stade, c'est peut-être moins parce qu'il est le plus fréquent, que parce qu'il est, avec le diaster, le mieux défini, le plus typique. La longueur de la reconstitution se comprend mieux, vu les nombreux changements physiques et chimiques que doit subir la chromatine à ce moment.

En chauffant doucement de 20 à 30°, on accélère la division qui peut s'achever, à la température optimum de 30°, en une heure et demie. Au contraire, en refroidissant, on allonge considérablement sa durée. A 2°, Jolly l'évalue à douze ou quatorze heures.

La succession des phénomènes est celle qui a été décrite par Flemming, à ceci près que le stade peloton (dispérime) manque dans la reconstitution : l'étoile fille se transforme directement en réseau; la membrane nucléaire, très mince d'abord, réapparaît tardivement autour de ce réseau.

§ 4. — Cytologie générale.

Nous ne pouvons quitter le chapitre de la cellule sans rappeler l'apparition d'un livre qui a déjà été signalé ailleurs aux lecteurs de la *Revue générale des Sciences*. Il s'agit du *Traité d'Histologie* de Prenant, P. Bouin et Maillard. La première partie, seule parue, sous le titre de Cytologie générale et spéciale, est non seulement un exposé méthodique de ce que nous savons à l'heure actuelle sur l'anatomie, la physiologie, la constitution chimique de la cellule, mais encore un véritable traité d'Histologie écrit au point de vue cytologique. C'est un essai nouveau et des plus intéressants. Ce volume d'un millier de pages, avec près de 800 figures, dont un grand nombre sont parfaites comme exécution, sera un livre de chevet pour les anatomistes. Les chapitres sur la multiplication des éléments et les cellules sexuelles sont particulièrement développés.

II. — Système musculaire.

§ 1. — L'action morphogénique du muscle sur le muscle et sur l'os.

Il est des chapitres de l'Anatomie que l'on croyait presque arrêtés dans leur forme définitive, et auxquels des études nouvelles viennent redonner un intérêt inattendu. Ce sont ceux, par exemple, qui traitent des muscles et des os.

Ce sont particulièrement les études de Mécanique animale qui viennent renouveler cet intérêt; et nous devons nous arrêter un instant sur quelques travaux récents, dus à deux auteurs français : Anthony[1] et Romignot[2], disciples plus ou moins directs du regretté Marey.

Borelli, il y a plus de deux cents ans, a formulé cette loi : la longueur d'un muscle est proportion-

[1] Anthony : Modifications musculaires consécutives à des variations osseuses chez un renard. *Bull. et Mém. de la Soc. d'Anthrop. de Paris*, 3 octobre 1901. — Modifications craniennes consécutives à l'ablation d'un crotaphyte chez le chien, *loc. cit.*, 5 février 1903. — Voyez encore *Soc. de Biologie*, 1902; *Journal de Physiol. et de Pathol. gén.*, mars 1903. — *C. R. de l'Acad. des Sciences*, 23 novembre 1903.

[2] Romignot : Du rôle de la compression active dans la localisation des tendons. *Thèse Lille*, 1902.

nelle à l'étendue du mouvement qu'il a à accomplir, c'est-à-dire à l'étendue de son raccourcissement. Il s'agit ici, bien entendu, de la longueur de la fibre musculaire, quelle que soit la distance des points d'attache ; s'ils sont éloignés pour un muscle n'ayant à accomplir que des mouvements de faible amplitude, c'est le tendon qui s'allonge. C'est cette loi, basée d'abord sur de simples études d'Anatomie descriptive, que Marey en France, Roux en Allemagne, ont cherché à vérifier par l'expérimentation, l'Anatomie pathologique, etc...

Ainsi W. Roux dans la cyphose, Marey dans le pied-bot, ont constaté que le corps charnu diminue de largeur au profit du tendon à mesure que se restreint l'amplitude des mouvements. Ainsi Marey (1887) chez le lapin, Joachimsthal (1896) chez le chat, ont obtenu un raccourcissement de la fibre musculaire des gastrocnémiens en réduisant le bras de levier sur lequel ils agissent, c'est-à-dire en diminuant de moitié, par la résection, la longueur du calcanéum. C'est précisément une expérience de ce genre qu'Anthony trouve accidentellement réalisée chez un renard. L'animal avait eu l'un des calcanéums brisé, assez longtemps avant, par un coup de feu. Une pseudarthrose s'était constituée entre les deux fragments, si bien que la portion libre jouait seulement le rôle « d'une sorte d'os sésamoïde compris dans l'épaisseur d'un tendon », et que l'insertion effective de celui-ci était reportée sur le second fragment, tout près du pivot articulaire, agissant, par conséquent, sur un bras de levier beaucoup plus court. La dissection montra un raccourcissement de la portion charnue, que la comparaison avec le membre opposé rendait bien évident. C'est une nouvelle confirmation de la loi de Borelli, d'autant plus précieuse que l'expérience s'est réalisée spontanément, et dans des conditions différentes de celles qu'avaient imaginées les expérimentateurs. Pas plus dans ce cas que dans ceux de Marey et de Joachimsthal, on n'a observé l'augmentation de volume du muscle, qu'il était logique d'attendre du fait même de la diminution du bras de levier. Mais, comme l'a fait remarquer F. Regnault (Société d'Anthropologie), de nombreuses causes peuvent expliquer cette apparente anomalie.

W. Roux, en 1895, a cherché la solution d'un second problème : quels sont les facteurs qui, dans un muscle, fixent la place du tendon, l'allongent à l'une des extrémités plutôt qu'à l'autre ? L'auteur allemand a invoqué la compression ; les tendons apparaîtraient sur les parties des muscles plus fortement pressées par leurs voisines. Papillault[1] a soutenu une opinion analogue en 1901. Anthony (1902) est moins absolu ; la compression, pour lui, « est loin d'être la seule cause dont il y ait à tenir compte dans la genèse des tendons », mais il lui paraît également, en se « plaçant au point de vue des adaptations lentes et de la phylogenèse, qu'un muscle comprimé dans certaines conditions tend manifestement à se transformer en tendon sur toute l'étendue de la surface comprimée ». L'agent habituel de la compression est un second muscle sus-jacent pressant le premier, soit contre un plan osseux, soit contre un second muscle également compresseur. Il faut, en outre, que la compression soit effective, c'est-à-dire active et non passive, et que les plans charnus se croisent sous un angle de 45 à 90°. L'adaptation des muscles à la compression présente trois degrés. Dans le premier, ils s'aplatissent simplement, se laminent, et leurs fibres superficielles, directement en contact avec le plan compresseur, font place à des fibres tendineuses ; leur surface prend en ce point un aspect nacré. Au deuxième degré, la substance comprimée est complètement transformée en tendon. Au troisième, celui-ci lui-même a disparu, reculant ses insertions. Comme exemple du premier degré, citons avec Anthony le long chef du biceps brachial du Cynocéphale Papion. Comprimé par le deltoïde, il offre une surface nacrée qui s'arrête très nettement au niveau du bord inférieur de celui-ci. Au deuxième degré, nous trouvons, chez le *Bradypus*, la transformation en tendon de la portion triangulaire de l'oblique interne recouverte par le carré des lombes. Au troisième degré, nous voyons le grand droit de l'abdomen, qui, chez les singes inférieurs, se continue supérieurement au niveau du thorax par un long tendon aplati, abaisser peu à peu chez les singes, les anthropoïdes, l'homme, l'insertion de ce tendon, à mesure qu'augmente l'indice thoracique, et, consécutivement, la pression des muscles pectoraux.

Romignot, qui devait jouir si peu de son titre de docteur, avait usé le reste de ses forces à chercher, dans de patientes dissections, la vérification de cette action de la compression, et, dans son travail, qui résume l'état de la question, il décrit et figure de nombreux exemples nouveaux. Ainsi, comme exemple de premier degré chez l'homme, il signale : la surface nacrée du vaste interne et de la longue portion du triceps, au contact du deltoïde recouvrant, — celle du rond pronateur sous le bord interne du long supinateur, — celle des adducteurs et du vaste interne vers leur insertion, qui représente exactement l'empreinte du couturier, etc. ; — chez l'âne, la longue portion du triceps, comprimée entre le grand rond et le grand dorsal profondément, le deltoïde superficiellement, présente une double formation nacrée ; — chez le chien, le chat, même formation sur le biceps, là où il croise en dessous les pectoraux. Comme exemples

[1] Papillault : *Revue de l'École d'Anthropol. de Paris*, 1901.

du deuxième degré, notons seulement, chez l'homme, la forme presque triangulaire du tendon d'insertion du grand pectoral, déterminée par le deltoïde ; chez l'âne, celui de l'omo-hyoïdien sous le sterno-préscapulaire, etc... Romignot, encore plus réservé qu'Anthony même dans ses conclusions, se défend de vouloir étendre l'importance de la compression, mais y voit un des agents évidents de la localisation des tendons.

Anthony a repris récemment (1901-1903) l'étude de l'action morphogénique des muscles sur un autre objet où cette action peut avoir des conséquences plus importantes, sur le crâne. Il fait remarquer que, chez les animaux pourvus d'un muscle crotaphyte (temporal) puissant, chez les Carnassiers (et particulièrement les Mustélidés : Loutre, Hermine, Furet), le relief des circonvolutions cérébrales s'imprime très vigoureusement sur la face interne d'un crâne mince, et apparaît même sur sa face externe. Il semble donc que, chez ces animaux, au cours de l'ontogénèse, la boîte crânienne en formation soit modelée par une double poussée, une intérieure, celle du cerveau, une extérieure, celle des crotaphytes, insérés ici jusqu'au sommet du crâne sur une crête sagittale médiane, et formant, par leur ensemble, une sorte de sangle, capable d'exercer une compression active à chaque contraction, à chaque mouvement de la mâchoire. L'action de cette dernière ne peut guère se faire sentir qu'après la naissance. En effet, les insertions supérieures des crotaphytes sont, à cette époque, très distantes l'une de l'autre, à peu près dans les mêmes rapports que chez l'homme. C'est seulement dans la première année qu'elles se rapprochent, et que naît, plus ou moins marquée selon les races, la crête sagittale. Partant de là, Anthony enlève à de jeunes chiens, peu après leur naissance, le muscle crotaphyte. Au bout de plusieurs mois (1902), il trouve la région temporo-pariétale correspondante sensiblement plus bombée que l'autre, les empreintes endocraniennes moins profondes, l'hémisphère cérébral légèrement plus développé. Il conclut de là, et d'autres expériences du même genre, que l'empreinte plus profonde des circonvolutions sur le crâne, chez les Carnassiers, est bien due à la compression active de la sangle musculaire. Celle-ci est dans l'ontogénèse, et a été dans la phylogénèse, un obstacle au développement du cerveau. Il est donc permis de supposer que, lorsque, « par suite de conditions d'existence nouvelles, l'animal à crotaphytes puissants, voisin des Primates inférieurs actuels, et qui devait devenir l'homme, a fait un moindre usage de ses mâchoires..., ses muscles crotaphytes ont diminué de volume et de puissance ; et que cette diminution de volume a permis au cerveau, désormais libre de toute compression, de prendre le développement qu'on lui connaît » [1].

§ 2. — L'adaptation fonctionnelle dans le développement et la régénération des tendons.

Sans quitter muscles et tendons, nous trouvons sur le terrain histogénique un autre exemple remarquable d'adaptation fonctionnelle. On a déjà émis maintes fois l'idée, toute naturelle, que les tiraillements exercés par le muscle, toujours dans le même sens, devaient être pour quelque chose dans la direction régulière et parallèle des fibres du tendon en voie de développement ou de régénération. Sous la direction de W. Roux, O. Lévy [2] a essayé la vérification expérimentale de cette hypothèse. Chez un jeune lapin, il pratique la résection du tendon d'Achille sur une certaine longueur. Au dixième jour, au milieu de la cicatrice, les cellules conjonctives sont déjà fusiformes, orientées suivant l'axe du tendon, et ont commencé à produire quelques fibres orientées de même, et sensiblement parallèles. Mais, si l'on a pris soin d'extirper préalablement le muscle afin de l'empêcher d'exercer toute traction sur la cicatrice, les cellules restent arrondies longtemps ; la formation des fibres est retardée, puis elles apparaissent, mais dirigées en tous sens ; la cicatrice ne montre pas la structure typique du tendon. Enfin, si l'on a pu glisser au milieu de la blessure un fil de soie perpendiculaire à l'axe du tendon, et sur lequel on exerce une traction continue, on voit se développer, en son voisinage tout au moins, et partant de son insertion, un cordon de fibres *transversales*, et perpendiculaire à l'axe du tendon. L'excitation fonctionnelle est donc un facteur des plus importants dans le développement de la fibre tendineuse ; elle agit dès le début, en orientant les cellules, qui, dans le second cas, restent polymorphes. Dès leur apparition, les premières fibres sont dirigées dans le sens de la traction.

§ 3. — Fibres striées d'origine ectodermique.

Nous avons vu, dans de précédentes revues, que certains groupes de fibres musculaires lisses peuvent dériver du feuillet externe du blastoderme, alors qu'en règle générale, l'ensemble de ce tissu émane du feuillet moyen ; mais, jusqu'ici,

[1] Nous rapprocherons ces observations de celles de Schwalbe, en partie postérieures (1903), et citées ici même l'an dernier à propos d'un autre chapitre. Schwalbe décrivait divers reliefs endo et exocraniens et faisait également entrer en jeu, pour les accentuer, la compression des muscles temporaux.

[2] Oscar Levy : Ueber Versuche zur Frage von der functionellen Anpassung des Bindegewebes. *Verhandl. der Anat. Gesell.*, t. XVI, 1902, p. 58.

pareille constatation n'avait pu être faite pour aucun muscle strié. Parmi les fibres lisses d'origine ectodermique, on avait signalé le muscle sphincter de l'iris (Nussbaum, 1899-1901; Szili, 1901; Herzog, 1902), qui dérive nettement de la vésicule optique. Or, chez les Oiseaux, ce muscle est formé de fibres striées. Il était intéressant de chercher si son développement, simplement ébauché par les trois auteurs précédents, obéissait bien réellement à la même loi. C'est ce que vient de faire Collin [1], sous la direction de Nicolas. Il a pu constater que là, comme chez les Mammifères, l'ébauche sphinctérienne dérive du bord de la cupule optique, ou plus exactement se forme au niveau de la pupille, à la suite d'une multiplication active des cellules épithéliales du feuillet postérieur de l'épithélium de l'iris. La différence essentielle est que ses fibres, dont Collin a suivi l'évolution complète, deviennent de véritables fibres striées. Voici une nouvelle atteinte à la loi de dérivation des tissus, et à l'intégrité de la théorie des feuillets.

III. — Système nerveux. La Bataille du Neurone.

Prenant a exposé ici même (15 et 30 janvier 1900) l'état de nos connaissances sur la constitution histologique générale du système nerveux. Il a développé la doctrine classique, qui conçoit, avec His, Ramon y Cajal, Waldeyer, Kœlliker..., l'ensemble de ce système comme essentiellement constitué de *neurones*, c'est-à-dire de cellules dont les fibres, si longues soient-elles, ne sont que les prolongements, les membres, pour ainsi dire, de cellules indépendantes l'une de l'autre, constituant de petites unités nerveuses, articulées simplement par contiguïté. Il a montré aussi la naissance et le développement, avec Apathy, Bethe, Held, Nissl..., d'une théorie adverse, qui bat en brèche le neurone, mettant au premier rang, sous le nom de *neurofibrilles*, les fibrilles élémentaires qui, groupées en faisceaux, constituent les prolongements de la cellule, en faisant la véritable unité fonctionnelle, et les laissant passer d'une cellule à l'autre, pour former à travers tout le corps un réseau de conduction continu.

Depuis l'époque où Prenant a fait cet exposé, de nouveaux travaux ont paru; parcourons les principaux, et voyons où en est actuellement la question.

L'existence même des neurofibrilles fut d'abord mise en doute; aujourd'hui, elle est très généralement admise. Depuis longtemps, d'ailleurs, Max Schulze avait signalé la structure fibrillaire de la cellule nerveuse; peu à peu on s'est accoutumé à la présence de ces fibrilles; aujourd'hui, les méthodes techniques nouvelles d'Apathy, de Bethe, de Ramon y Cajal, de Joris les mettent en évidence de la façon la plus nette. Reléguées d'abord au second plan, alors qu'on tendait à attribuer une structure fibrillaire à tout protoplasma, elles viennent au premier, aujourd'hui que, pour beaucoup d'auteurs, elles caractérisent la structure spécifique du système nerveux. Mais la lutte continue très vive autour d'elles. Quelle est leur disposition intra-cellulaire? Existent-elles en dehors du neurone compris à la façon classique? Quelle importance faut-il leur attribuer?

Pour Donaggio [1], comme antérieurement pour Apathy, les fibrilles forment un fin réseau dans toute l'étendue des corps cellulaires, deviennent indépendantes et parallèles dans les prolongements. Pour Weiss [2], pour Ramon y Cajal [3], comme pour Hans Held, le réseau se continue dans les prolongements, où les fibrilles sont unies transversalement par des fibrilles secondaires plus fines. Pour Bethe, dans ses nouveaux travaux [4] comme dans les anciens, pour Embden [5], les fibrilles ne s'anastomosent généralement pas en réseau dans la cellule; elles arrivent par les prolongements, réunies en faisceaux, qui souvent ressortent par un autre prolongement sans atteindre le corps cellulaire, qui le plus fréquemment traversent celui-ci sans se diviser. Ces faisceaux peuvent être peu nombreux et laisser vides de grands espaces protoplasmiques. Bethe n'admet un réseau qu'à titre exceptionnel dans les cellules des ganglions spinaux, et quelques réseaux partiels dans certaines cellules pyramidales de Purkinje, etc. Joris [6] trouve chez l'homme trois types de cellules : des *éléments à réseau* (qui s'arrêterait toujours vers la base des prolongements), — des *éléments de passage*, simplement traversés par des faisceaux de fibrilles, — des *éléments mixtes*, offrant à la fois l'une et l'autre structure. Ces trois variétés, que Van Gehuchten admet aussi, maintenant, se retrouvent côte à côte dans tous les points du système nerveux, avec tous les degrés de transition, et quels que soient le volume et la forme des cellules; tantôt l'une, tan-

[1] Collin : Recherches sur le développement du muscle sphincter de l'iris chez les Oiseaux. *Bibliographie anatomique*, t. XII, 1903, p. 183.

[1] Donaggio : Sulla presenza di sottile fibrille. *Neurol. Centralblatt*, 1901, t. XX.

[2] Weiss : *C. R. Soc. Biologie*, 1900 et 1903.

[3] Ramon y Cajal : *C. R. Soc. Biologie*, 1903.

[4] Bethe : *Allgemeine Anatomie und Physiologie des Nervensystems*, Leipzig, 1903.

[5] Embden : *Archiv für mik. Anat.*, 1901, t. LVII.

[6] Joris : Nouvelles recherches sur les rapports anat. des neurones. *Mémoires couronnés de l'Acad. roy. de Belgique*, 1903, et : A propos d'une nouvelle méthode. *Bull. de l'Acad. de Méd. de Belgique*, 1903.

tôt l'autre prédomine. La première abonde dans la moelle (grandes cellules), la seconde se trouve surtout dans les cornes postérieures, dans l'écorce cérébrale (cellules pyramidales), la troisième dans le cervelet (cellules de Purkinje), etc. Souvent les faisceaux (cellules de Purkinje surtout) passent d'un prolongement à l'autre sans arriver au corps. Il résulterait de cette dernière affirmation, et des nombreuses figures de Bethe, de Joris, qui la confirment, que le corps cellulaire n'est pas fatalement le centre vers lequel convergent toutes les fibrilles, le centre fonctionnel d'un neurone. Bethe, Embden, Semi Meyer[1], Joris insistent particulièrement sur ces fibrilles, qui évitent, pour ainsi dire, la cellule, ne faisant que prendre contact avec ses prolongements. Et quelquefois, ce sont, aux ultimes ramifications des dendrites, « des fibrilles isolées, empruntant momentanément les voies protoplasmiques, où elles cheminent dans les deux sens, sans tendance plus marquée pour l'un que pour l'autre » (Joris).

Ceci nous amène à parler des *neurofibrilles extracellulaires*, qu'admettent la plupart de ces auteurs. Golgi a vu le premier un fin réseau appliqué à la surface de la cellule; il le considérait comme un revêtement de neurokératine. Semi Meyer, Auerbach l'ont considéré comme formé par les arborisations terminales d'autres neurones, ne communiquant que par contiguïté avec celui qu'ils enlacent. Mais Hans Held[2] a admis la continuité avec les fibrilles intérieures. Bethe surtout (1903) a abondé dans ce sens, et décrit le réseau de Golgi (Golginetz) comme un véritable manteau ajouré, revêtant la cellule et ses dendrites. Dans ses travées, assez larges, viennent circuler les fibrilles extérieures, et, aux points nodaux particulièrement, elles se continuent avec les intérieures.

Mais Lewellys Barker[3], précisant en somme la conception du « gris nerveux » de Nissl, prétend que le revêtement réticulé est rarement limité au corps d'une seule cellule, qu'il se continue, d'une part, avec celui des voisines, d'autre part, jusqu'à un certain point dans la substance grise intermédiaire. Joris croit pouvoir l'y poursuivre en tous sens, comme Apathy, Bethe, Prentiss... l'ont vu dans le « neuropile » (trame fibrillaire intercellulaire) des ganglions des Invertébrés. Il serait particulièrement net dans la couche des cellules pyramidales de l'écorce cérébrale. Il y aurait donc, dans le système nerveux, non seulement des anastomoses protoplasmiques (comme celles décrites par Dogiel, Renaut, par exemple, dans la rétine et ailleurs), relativement rares, plus fréquentes chez les Invertébrés (où Azoulay[1] les retrouve récemment par la méthode de Cajal), mais encore de très nombreuses *anastomoses fibrillaires*, indépendantes de toute communication protoplasmique. Comme nous l'avons déjà fait remarquer depuis longtemps, cette distinction sauvegarderait largement l'individualité du neurone. En effet, comme le dit Joris (premier mémoire), les fibres extra-cellulaires relient bien les neurones par continuité, contrairement au schéma classique; « mais ces rapports ne constituent pas, à proprement parler, des anastomoses. Les cellules ectodermiques sont parfois comme *cousues* ensemble par de fines fibrilles et ne sont pas pour cela anastomosées. Le protoplasme de chaque neurone ne se fusionne pas avec le protoplasme des neurones voisins ». Aussi, pour cet auteur, qui fait preuve d'un certain éclectisme, le concept du neurone serait à modifier, mais non pas à détruire. Mais Apathy, Bethe sont plus radicaux, et Joris lui-même semble le devenir dans ses travaux ultérieurs. La neurofibrille serait pour eux la véritable unité fonctionnelle, l'unité conductrice; la notion de cellule passe à l'arrière-plan.

Au moment même où la plupart des auteurs récents sont plus ou moins entraînés dans ce sens, voici des faits bien différents, et qui leur commandent de n'avancer qu'avec prudence. Ramon y Cajal, qu'on peut appeler le père de la théorie du neurone, Waldeyer en étant le parrain, et His le précurseur, Ramon y Cajal[2] vient d'inventer une nouvelle méthode d'imprégnation des fibrilles au nitrate d'argent. C'est en appliquant ce procédé que lui-même, que van Gehuchten montrent les fibrilles anastomosées en réseau dans le corps cellulaire sans en franchir les limites, et continuent à soutenir l'indépendance absolue du neurone. Le réseau de Golgi ne serait autre chose que la partie superficielle du réseau intracellulaire. Mais voici le point capital. Tello[3], assistant de Cajal, trouve en hiver, chez le Lézard, dans les cellules de la moelle, les fibrilles très peu abondantes, mais d'une épaisseur considérable. Chez un sujet qui avait eu la queue sectionnée, les fibrilles, au contraire, étaient fines et très nombreuses. Cajal eut l'idée que cet épaississement et la réduction de nombre sont dus à l'engourdissement hibernal et à l'inactivité fonctionnelle. Et, en effet, un séjour d'un à

[1] Semi Meyer : *Anatom. Anzeiger*, 1902, t. XX, et *Archiv für mik. Anat.*, 1899, t. LIV.

[2] Hans Held : *Archiv für Anat. und Phys., An. Abth.*, 1902, p. 192.

[3] Lewellys Barker : *The nervous system and its constituent neurones*, Londres, 1901.

[1] Azoulay : *C. R. Soc. de Biologie*, mars 1904.

[2] Ramon y Cajal : Variations morphologiques du réseau neurofibrillaire. *C. R. Soc. Biol.* 1904. — *C. R. de l'Asso. des Anatomistes*, 1904.

[3] Tello : *Trab. del Lab. de investigaciones biolojicas* t. II, 1903.

trois jours dans l'étuve, entre 25 et 37°, rend aux lézards leur vivacité, et aux cellules médullaires leurs fibrilles fines et innombrables. Les chaleurs printanières produisent le même effet. La paralysie consécutive à la rage, chez le lapin et chez le chien, amène dans les cellules les mêmes modifications que l'engourdissement hibernal : diminution du nombre des fibrilles, qui deviennent énormes et pourvues, en outre, de renflements fusiformes. Dans les premières expériences citées, chez le lézard, deux heures ont pu suffire pour faire disparaître l'état hypertrophique des fibrilles. Voici donc que le réseau neurofibrillaire, au lieu d'être une collection stable de fils conducteurs, représenterait, au contraire, un appareil éminemment variable, susceptible de transformations profondes et rapides sous l'influence de l'activité ou de l'inactivité fonctionnelle. Il redevient quelque chose d'essentiellement contingent, sous la dépendance de ce protoplasma dont nous étions à la veille de faire litière. Tout cela a évidemment besoin d'être repris, étudié à fond, mais nous montre une fois de plus avec quelle circonspection il convient de s'avancer dans les voies nouvelles et de modifier la théorie classique du neurone. Le champ est encore largement ouvert aux chercheurs.

Le neurone a été attaqué sur un autre terrain, sur le terrain de l'histogenèse, à propos du *développement et de la régénération des nerfs*. D'après les données classiques, la fibre nerveuse se développe à partir des centres, comme prolongement d'un neuroblaste ou jeune cellule nerveuse unique. A cette doctrine, depuis longtemps, Balfour, Beard, Dohrn, etc..., puis Apathy, Durante, Bethe ont opposé la *théorie caténaire :* la fibre nerveuse naîtrait aux dépens d'une chaîne de cellules dont le neuroblaste ne serait que le premier anneau. Ainsi se trouve ébranlée l'individualité du neurone. Dohrn[1], chez les Sélaciens, Bethe[2], chez l'embryon de poulet, sont récemment revenus sur ce sujet. D'après ce dernier, vers le troisième jour, chez l'embryon de poulet, on voit quelques rares fibres des racines antérieures commencer à peine à sortir de la moelle, et pourtant le trajet du futur nerf est déjà indiqué jusqu'au bord ventral du feuillet musculaire, par un ruban irrégulier de cellules fusiformes qui se multiplient activement par caryocinèse. Des cylindres brillants, futurs cylindres-axes, apparaissent bientôt sur place dans ces cellules, et s'ordonnent bout à bout. Les restes cellulaires sont refoulés à la surface pour former un manteau discontinu. Ce ne seraient même pas à proprement parler des cellules; ce serait plutôt un syncytium, une traînée protoplasmique commune à tout l'ensemble du nerf, et dont certaines parties se densifieraient autour des noyaux allongés. Joris[1] (embryon de poulet et de mammifères) arrive à des résultats analogues, mais ne voit pas de chaînes de cellules préexistantes. Les cellules fusiformes apparaissent à l'extrémité distale du nerf à mesure qu'il progresse, mais forment les mêmes fibres sur place. Il existe un véritable syncytium dans lequel, à un moment donné, on ne trouve plus que des noyaux et des fibrilles émancipées des cellules qui les ont produites. Enfin, Oscar Schultze[2] voit aussi, au début, les racines antérieures parsemées de noyaux qui sont peu à peu refoulés à la périphérie (Mammifères), et admet donc également, pour le nerf en voie de croissance, une structure primitive cellulaire ou syncytiale. Mais il s'occupe surtout du développement des nerfs périphériques. Dans les larves d'Urodèles, il voit apparaître sous la peau un réseau de grosses cellules, en voie de prolifération active, et où viennent se perdre les extrémités des nerfs. Ainsi naîtrait sur toute la surface du corps un syncytium sensible, ébauche du plexus nerveux profond de la peau des Amphibiens décrit par Czermak. C'est un réseau nerveux formé uniquement de protoplasma neurofibrillaire; les cellules sont des neuroblastes périphériques dont les noyaux deviennent ceux de la gaine de Schwann. Le système nerveux diffus des Vertébrés inférieurs reste à cet état de réseau cellulaire. La fibre nerveuse, si importante par ses fonctions et ses échanges, ne peut se contenter d'un seul centre trophique; il lui en faut une longue série, sur toute son étendue. La conception d'un neurone élément anatomique unique jusqu'à l'extrémité de son long cylindre-axe est à abandonner complètement.

C'est devant l'*Anatomische Gesellschaft* que Schultze, élève de Kœlliker, et « neuroniste » convaincu jusqu'ici, venait récemment développer ces considérations. En même temps Braus[3], dans d'intéressantes expériences de transplantation sur des larves de *Bombinator*, montrait que, dans les extrémités implantées, les nerfs, même s'ils restent séparés de ceux du sujet porte-greffe, continuent à se développer comme dans le membre normal. Il rapprochait ceci des expériences anciennes de Vulpian et Philipeaux (1859), montrant que, chez un jeune adulte, après section d'un nerf et arrache-

[1] Dohrn : *Mittheilungen der zool. Station Neapel*, 1901 et 1902.

[2] Bethe : *Allgemeine Anatom. des Nervensystems*, 1903.

[1] Joris : Histogénèse du neurone. *Bull. de l'Acad. de Méd. de Belgique*, 1904.

[2] Oscar Schultze : Ueber die Entwickelung des peripheren Nervensystems. *Verhandl. der Anat. Gesellsch.*, t. XVIII, Jena, 1904.

[3] Braus : *Verhandlungen*, id.

ment du bout central, le bout périphérique subit d'abord la dégénérescence wallérienne; mais, au bout d'un certain temps, survient une phase de réparation, et ce bout se régénère complètement, redevient excitable. Ces expériences d'*auto-régénération* des nerfs périphériques, déjà invoquées et répétées avec succès par Bethe[1], Ballance et Stewart[2], et même, avec certaines réserves, par van Gehuchten[3], prouveront, si un jour elles sont absolument confirmées par l'analyse histologique, qu'il y a, dans ce qu'on réunit sous le nom de neurone, non pas un, mais plusieurs centres trophiques et formateurs de fibrilles. Elles viennent, par conséquent, à l'appui des données histogéniques de Dohrn, Apathy, Bethe, etc... Remarquons, d'ailleurs, que l'espèce de symbiose qui se fait entre le cylindre-axe et les cellules engainantes (cellules de la gaine de Schwann, segments interannulaires), dans la théorie de Ranvier et de Vignal, a toujours permis d'admettre, au profit de ces éléments engainants, une certaine action trophique, que l'on élargit simplement aujourd'hui.

On conçoit que tous les travaux dont nous venons de parler jettent un grand trouble dans l'esprit des histologistes. Pourtant, comme nous l'avons déjà vu tout à l'heure à propos de la fibrille, les partisans du neurone tiennent bon. Ainsi van Gehuchten nie les anastomoses fibrillaires, et continue à proclamer la doctrine de l'indépendance des neurones, tout en accordant que ces neurones peuvent avoir une origine pluricellulaire. Ainsi, à l'*Anatomische Gesellschaft*, à la suite des communications d'O. Schultze et de Braus, s'est ouverte une vive discussion, à laquelle ont pris part Kœlliker, Retzius, Disse, Keibel, Froriep, Harrison, Ballowitz, Barfurth, etc... La plupart d'entre eux présentèrent des objections ou des corrections aux nouvelles théories. Les deux premiers déclarèrent garder dans son intégrité la doctrine du neurone, qu'ils ont étayée de tant de travaux. Kœlliker, le vénérable doyen des histologistes, a retrouvé toute sa verdeur dans ce combat. Il s'appuie surtout sur les faits suivants : La substance blanche du névraxe est d'abord uniquement constituée de fibres pâles, auxquelles ne se mêle aucun noyau; ce sont donc, à n'en pas douter, sur toute leur longueur, des prolongements cylindraxiles nés chacun d'une seule cellule, d'un seul neuroblaste. La loi de formation des fibres des nerfs doit être la même, et c'est ce que semble bien démontrer l'emploi de la méthode de Golgi. Les cellules qu'on y voit pénétrer, les cellules étoilées de Schultze, vers la périphérie, sont des éléments mésodermiques destinés à former les gaines de Schwann. Froriep a vu des cellules dans les racines motrices à leur apparition, chez la Torpille, mais il les croit d'origine ectodermique, émigrées de la moelle. Barfurth se demande si l'auto-régénération du bout périphérique des nerfs, après section, ne signifie pas simplement que le protoplasma du prolongement est susceptible de régénération tout comme le corps cellulaire.

En résumé, la bataille continue autour du Neurone ; ses partisans tiennent ferme, la doctrine est appuyée sur de beaux et nombreux travaux, il ne faut pas se hâter de l'abandonner. Mais il ne faut évidemment pas non plus la considérer comme un dogme, et au nom de ce dogme condamner sans les écouter tous ses contradicteurs. Il semble dès maintenant que cette doctrine devra être modifiée. Les neurones n'auront plus la même indépendance, s'il faut les relier par des fibrilles passant de l'un à l'autre, ou même par de véritables anastomoses. Ils deviendront des colonies pluricellulaires, s'il est avéré que plusieurs éléments concourent à la formation du cylindre-axe, comme ils concourent déjà à son engainement. Mais dussent-ils être aussi profondément modifiés, il en resterait toujours quelque chose. His, Ranvier, Cajal, Waldeyer... sont arrivés peu à peu à cette idée du neurone, conduits par la nécessité de rattacher le cylindre-axe à quelque chose. C'était une réaction contre la conception de Gerlach, dominante jusqu'à hier dans les traités de Physiologie, qui faisait naître et terminer la fibre au niveau d'un réseau diffus de fibrilles, la considérant en somme au point de vue physique comme un câble conducteur, mais s'inquiétant peu d'en faire un élément anatomique ou une portion d'élément anatomique. Les créateurs du neurone ont définitivement ancré la théorie cellulaire dans le système nerveux, où elle rencontrait encore quelque résistance, et s'ils sont combattus aujourd'hui, c'est que partout la théorie cellulaire tend à s'élargir, à se faire moins exclusive, à limiter moins nettement les éléments. Mais, en rattachant la fibre à un élément anatomique, ils ont fait œuvre d'histologistes, et de cette œuvre il restera toujours quelque chose. Il en restera peut-être même beaucoup, car il est évident que nous devons réclamer, à l'appui des théories nouvelles, avant de les admettre, des recherches aussi nombreuses et aussi approfondies que celles qui ont servi à étayer l'ancienne. Bethe, par exemple, qui, dans son livre, renverse le système nerveux tel qu'on le concevait au point de vue anatomique et physiologique, et le rebâtit à sa façon, a écrit certes une œuvre intéressante et hardie, qu'il était bon de tenter, mais qu'il serait

[1] Bethe : *Archiv fur Psych.*, 1904, p. 1066.

[2] Ballance et Stewart : *The healing of nerves*. Londres, 1901.

[3] Van Gehuchten : *Bull. Acad. de Méd. de Belgique*, 30 janvier 1904.

bien hâtif, nous semble-t-il, de prendre dès maintenant comme base.

IV. — Organes des sens. — Signification et origine du corps vitré.

Parmi les organes et les tissus, le corps vitré occupe une place tout à fait à part, et l'on est loin d'être fixé sur sa véritable signification. En général, on le considérait comme constitué par une variété aberrante de tissu conjonctif, d'où les éléments cellulaires auraient presque complètement disparu. L'embryologie venait à l'appui de cette manière de voir, car, récemment encore, il n'existait que deux théories : l'une, due à Schöler (1848), qui voyait l'origine de cet organe dans un bourgeon mésodermique pénétrant dans le globe de l'œil de bas en haut par la fissure choroïdienne ; l'autre, due à Kessler (1871), qui considérait les éléments pénétrants comme exclusivement vasculaires, et la substance propre de l'organe comme due à un transsudat de ces vaisseaux. A la première, Kölliker ajoutait le refoulement par le cristallin d'une mince lame mésodermique lors de sa formation. Mais, en 1897, Tornatola soutint une troisième théorie, qui parut quelque peu révolutionnaire. Formation vasculaire à part, le mésoderme ne pénétrerait pas ; il n'y aurait pas de membrane hyaloïde entourant le corps vitré. Celui-ci se formerait sur place, *sécrété* par la rétine embryonnaire, sous l'aspect de nombreux filaments, issus des cellules de cette rétine, et venant s'épanouir en bouquet de fibrilles entre elle et le cristallin.

Plusieurs auteurs récents viennent de reprendre ces recherches, et de confirmer, en partie au moins, l'opinion de Tornatola. Ce furent d'abord C. Rabl (1898) et Fischel (1900), qui, dans des travaux d'ensemble, se déclarèrent en principe favorables à sa manière de voir ; tandis que Carini, Spampani, Bertacchini, Nussbaum, De Waele, restaient fidèles aux théories mésodermiques. Plus récemment encore, nous trouvons d'abord le Mémoire d'Addario[1], qui se rallie à l'opinion de Tornatola, mais en faisant naître la plupart des fibrilles du corps vitré aux dépens des cellules épithéliales non différenciées de la zone ciliaire de la rétine, et considère les fibres de la zonula comme ayant la même origine.

Simultanément, van Pée[2] avait repris l'étude des premiers stades. Il décrivait avec précision, sur toute la surface concave de la rétine en voie de constitution, comment ses cellules, encore épithéliales indifférentes, envoient des expansions coniques du sommet desquelles partent les fibrilles, de plus en plus longues, finissant par s'étendre en rayonnant jusqu'au cristallin, et constituant ainsi un premier corps vitré épithélial, ou ectodermique. Il montrait que ces fibrilles doivent être considérées comme de simples expansions protoplasmiques, et les cellules qui leur donnent naissance comme les futures cellules de soutien de la rétine (fibres de Muller, ou éléments névrogliques).

Mais, à un certain stade du développement, les fibrilles subiraient une raréfaction relative, deviendraient de moins en moins importantes, tandis que se développeraient des fibrilles concentriques aux surfaces rétinienne et cristallinienne, de plus en plus nombreuses, aux dépens de cellules mésodermiques pénétrées par la fente choroïdienne, et d'un mince reliquat de mésoderme refoulé par le cristallin. Le corps vitré, d'abord presque exclusivement ectodermique, deviendrait plus tard presque exclusivement mésodermique. C'est, en somme, une combinaison de la théorie de Schöler avec celle de Tornatola.

Au cours de son travail, van Pée avait signalé l'existence de fibrilles ectodermiques naissant aussi du cristallin, mais bientôt destinées à s'atrophier ; toutes les cellules ectodermiques de la région seraient susceptibles, dans une certaine mesure, de fournir de semblables prolongements. Von Lenhossek[1] retrouve ces fibrilles cristalliniennes, mais, les confondant, semble-t-il, avec les rétiniennes qui viennent au devant d'elles, il leur attribue toute l'importance et considère le corps vitré comme étant tout entier d'origine ectodermique et cristallinienne. A un certain moment, quand apparaît la capsule du cristallin, les fibrilles s'en trouveraient séparées, et fourniraient par leurs anastomoses une sorte de syncytium réticulé, sans noyaux, mais susceptible de se nourrir et de continuer à croître. Rabl[2] combat bientôt cette opinion, et revient à l'origine rétinienne.

Enfin Kölliker[3], dans un travail d'ensemble, reprend à la fois l'étude des premiers stades suivis par Tornatola, van Pée, Lenhossek, Rabl, et l'étude des stades ultérieurs, qu'avait surtout abordée Addario. Il rejette d'abord la conception de Lenhossek ; les fibres cristalliniennes sont des formations accessoires, vite entrées en régression. Le corps vitré est essentiellement, pour Kölliker, d'origine ectodermique, rétinienne, et se développe en deux temps : d'abord par la formation d'un corps

[1] Addario : Sulla struttura del vitreo... Pavia, 1902.

[2] Van Pée : Recherches sur l'origine du corps vitré. *Archives de Biologie*, 1902, p. 317.

[1] Von Lenhossek : *Die Entwicklung der Glaskörpers*. Leipzig, Vogel, 1903.

[2] C. Rabl : *Anatomischer Anzeiger*, 1903, n° 23.

[3] Kölliker : Die Entwicklung und Bedeutung des Glaskörpers. *Zeitschrift für wiss. Zoologie*, t. LXXVI, 1904.

vitré primitif, naissant sous forme de fibrilles de toute la surface de la rétine non différenciée encore : puis, après la différenciation de la limitante interne, par la formation d'un corps vitré ciliaire ou permanent, se développant de la même façon, mais aux dépens de la partie antérieure ciliaire (ou non optique) de la rétine, sur les bords de la capsule oculaire, et dont les fibrilles sont pour la plupart concentriques au cristallin. Les fibres de la zonula ne sont que les plus antérieures de celles-ci, d'épaisseur un peu plus grande, et dont la constitution chimique se trouve un peu modifiée. Il n'y a pas de véritable membrane hyaloïde, mais une simple densification, par places, des couches superficielles. Il se forme bien, à un moment donné, un corps vitré mésodermique, quand les vaisseaux pénètrent dans le globe oculaire par la fente choroïdienne ; mais, comme ces vaisseaux disparaissent plus tard, le corps vitré de l'adulte peut être considéré comme une formation à part dans l'organisme, d'origine ectodermique et rétinienne.

Il semblait que ce Mémoire eût tranché la question. Il n'en est pas tout à fait ainsi. A la séance de l'*Anatomische Gesellschaft* où Kölliker fit sa communication préliminaire, Cirincione[1] revint à l'origine mésodermique. Il insista particulièrement sur la persistance d'une mince lame de mésoderme, refoulée par le cristallin lors de sa formation, lame mise en évidence autrefois par Kölliker, qui n'y croit plus guère aujourd'hui. Dans la discussion qui s'engagea ensuite, après examen des préparations, plusieurs anatomistes, Waldeyer, notamment, Beneke, Arnold, Nusbaum..., plaidèrent en faveur d'une plus grande participation du mésoderme, peut-être un peu sacrifié par Kölliker.

Nous signalerons, avant d'en finir avec l'anatomie de l'œil, le long et consciencieux article d'ensemble que lui consacre Kalt, dans l'*Encyclopédie française d'Ophtalmologie*.

V. — Les glandes. Le rôle du noyau cellulaire dans la sécrétion.

Dans une revue antérieure (1900), nous avons eu l'occasion de citer de nombreux Mémoires où était abordée plus ou moins directement l'étude de la participation du noyau à l'acte sécrétoire dans la cellule glandulaire. Nous pouvons, cette année, signaler un travail d'ensemble exclusivement consacré à cette question. Après avoir résumé les travaux de ses devanciers, Launoy[2] part, dans ses recherches personnelles, de l'étude de la glande à venin de la vipère. D'après lui, l'élaboration du venin se ferait en deux temps : 1° *une phase nucléaire*, dans laquelle la chromatine devient moins basophile, diminue, semble se dissoudre en partie dans le caryoplasme ; le nucléole diminue également. Le liquide élaboré est excrété par le noyau, au pourtour duquel apparaissent un petit nombre de granulations fuchsinophiles, périnucléaires, à réactions se rapprochant de celles de la chromatine, et que l'auteur appelle *grains de vénogène*, bientôt dissous ; 2° une *phase cytoplasmique*, caractérisée par l'apparition dans le protoplasme de nombreux *grains de venin*, franchement acidophiles, qui vont s'amasser dans la zone apicale.

D'après Launoy, venins et enzymes sont des substances de même ordre, et il retrouve des phénomènes analogues dans les glandes gastriques de plusieurs Ophidiens, lors de l'élaboration du zymogène peptique : c'est-à-dire formation d'abord de *grains de caryozymogène*, qui proviennent de la chromatine nucléaire, et se dissolvent dans le cytoplasme, puis de *grains de prozymase* (*pepsinogène*) formés par celui-ci. Dans les glandes salivaires séreuses des Ophidiens, dans les glandes à venin du Triton, du Scorpion, etc..., dans l'hépato-pancréas des Crustacés, on retrouve des phénomènes analogues. Dans le dernier cas, comme l'a déjà montré Vigier, c'est le nucléole, expulsé *in toto* sous le nom de *pyrénosome*, qui apporte au cytoplasme la principale contribution du noyau. Le pyrénosome se modifierait, deviendrait de plus en plus acidophile, se segmenterait en *corps pyrénosoïdes*.

En résumé, dans toutes ces glandes, le noyau participe activement à l'élaboration du matériel de sécrétion, par l'émission, dans le cytoplasme, soit du nucléole, soit de grains figurés, soit de substance nucléaire dissoute, sortant par exosmose et venant se mêler au protoplasma, sans laisser de traces, ou sous la forme d'ergastoplasme. Ce dernier ne serait « qu'une des formes les plus nettes sous lesquelles se présente le cytoplasme chargé de chromatine ». Tous ces faits intéressants appellent de nouvelles recherches.

VI. — Organes de la digestion. — Forme et situation de l'estomac.

Wilhelm His, l'un des savants qui ont le plus contribué au progrès des diverses branches de l'Anatomie durant toute la seconde moitié du siècle dernier, vient de succomber à une cruelle maladie.

---

[1] Cirincione : *Verhandl. der Anatomischen Gesellschaft*, t. XVII, Heidelberg, 1903.

[2] Launoy : Contribution à l'étude des phénomènes nucléaires de la sécrétion (Cellules à venin. Cellules à enzyme). — *Thèse de Doctorat ès sciences*. Paris, 1903, et *Annales des Sciences naturelles*.

Jusque vers la fin, il a travaillé, et son dernier Mémoire[1] nous apporte une série de documents précis sur la forme et la situation de l'estomac humain. His les a étudiées à l'aide du durcissement par la formaline *in situ*, durcissement suivi de la fabrication de moulages en plâtre que reproduisent sept planches. En dehors des variations individuelles, il trouve une série de types, correspondant à l'estomac vide, modérément plein, distendu, — à l'estomac masculin et féminin, — à l'estomac déplacé par la gravidité ou les vêtements.

L'*estomac vide*, comme l'ont décrit Luschka et Braune, s'adapte à son contenu, c'est-à-dire se contracte, comme l'intestin, la vessie, etc., et ne ressemble pas au sac flasque qu'on obtient en vidant, sur le cadavre, un estomac plein. Il montre une forte torsion, la grande courbure en avant, la petite tournée vers la colonne vertébrale, la première quelquefois plus élevée que la seconde. Dans l'*estomac plein*, au contraire, la petite courbure est relevée, la grande abaissée; c'est l'inverse de l'ancien schéma, dans lequel on la faisait basculer en haut et en avant. Il existe une pente ménagée, régulière, continue, depuis la région du cardia jusqu'au commencement de la deuxième portion du duodénum. L'état de contraction maximum en vacuité se rencontrait chez un supplicié; l'estomac était irrégulièrement aplati, et comme replié sur lui-même par un sillon médian.

A l'état de vacuité, l'œsophage et le fond de l'estomac, dont le dôme est à peine saillant, forment un angle très ouvert; dans l'estomac plein, le fond s'élève vers le diaphragme, l'angle devient une incisure de plus en plus profonde : incisure cardiaque. Le repli qu'elle détermine joue le rôle d'une sorte de valvule devant l'orifice cardiaque.

L'estomac modérément rempli présente des formes arrondies du genre de celles qu'on obtient par une insufflation peu poussée. La chambre principale (camera princeps) est au point le plus déclive, et en général sur la ligne médiane du corps; de là part la partie pylorique, qui monte à droite et en haut. Le pylore, comme l'a montré Braune, peut reculer plus fortement à droite que le coude supérieur du duodenum. Quand il est fortement distendu, l'estomac reçoit l'empreinte des organes voisins, rate, foie, etc.; le corps se développe en une dilatation sacciforme à gauche de la chambre principale, dilatation qui descend aussi bas ou plus bas que celle-ci. Il existe, pendant cette dilatation graduelle, un antagonisme de plus en plus marqué entre la portion pylorique et la portion principale (corps et fond). En effet, la portion pylorique ne prend que peu part à cette dilatation, qui porte surtout sur le corps et le fond. Plus l'estomac est rempli, et plus grande devient la disproportion de volume de ces derniers avec le volume total. La petite courbure, par l'incisure angulaire, tend à se diviser en deux portions, l'une appartenant au corps, l'autre à la partie pylorique. Plus l'estomac est vide, et plus est courte la portion gauche de cette courbure, appartenant au corps.

Chez la femme, His, comme la plupart des auteurs, trouve l'estomac plus vertical; il ne pense pas que ce soit uniquement dû à la striction par les vêtements, car il retrouve cette forme chez des sujets très jeunes, et c'est, d'autre part, la règle chez le fœtus. Il rencontre de nombreux cas d'estomac en corde et étranglés (Schnürmagen). Il en reproduit quelques types très marqués, plusieurs notamment en V. Dans l'un d'eux la partie ascendante comprend non seulement la portion pylorique de l'estomac, mais encore la portion normalement ascendante du duodenum, et un morceau emprunté à la portion descendante. Dans l'état de grossesse avancée, l'estomac semble parfois comme aplati entre l'utérus et le foie, presque horizontalement, la grande courbure dirigée en avant.

VII. — Organes de la circulation.

§ 1. — Le cours du sang dans la Rate.

Depuis les origines de l'Histologie, les anatomistes sont divisés sur cette question : le sang venu par les artères se répand-t-il librement dans les mailles de la pulpe rouge avant d'atteindre les veines, ou arrive-t-il dans ces dernières plus ou moins directement sans sortir d'un circuit fermé de vaisseaux? Dans ces dernières années, presque tous les auteurs récents, Hoyer, Bannwarth, Kultschisky, étaient pour le circuit ouvert. Puis Paulesco (1897), Thoma (1899), von Ebner reprirent l'opinion adverse; enfin, le débat vient de recommencer avec les travaux de Weidenreich[1], Helly[2], Janosik[3]. Entre les deux premiers existe, depuis plusieurs années, une vive controverse, Weidenreich tenant pour le circuit ouvert, Helly pour le circuit fermé. C'est à cette opinion que se rallie également Janosik. Il montre par ses injections les artérioles terminales munies ou non d'ampoules, mais venant toutes s'ouvrir, soit directement, soit

[1] W. His : Studien an gehärteten Leichen über Form und Lagerung des menschlichen Magens. *Archiv für Anatomie und Physiologie. An. Abth.*

[1] Weidenreich : Das Gefässsystem des menschlichen Milz. *Archiv für mik. Anat.*, Bd. LVIII, 1901, p. 247, et *Anatomischer Anzeiger*, 1901-1902.

[2] K. Helly : *Anatom. Anzeiger*, 1901-1902, et *Archiv für mik. Anat.*, 1902.

[3] Janosik : Ueber die Blutzirkulation in der Milz. *Bulletin international de l'Acad. des Sciences de Bohême*, 1903.

par l'intermédiaire des « pièces d'union » décrites par Thoma, dans les « trajets sanguins sinueux » connus encore sous le nom de sinus veineux, capillaires veineux. Jamais les vaisseaux, sanguins ou lymphatiques, ne s'ouvriraient directement dans les mailles de la pulpe. Mais, d'autre part, Weidenreich apporte des faits de haute importance en faveur de la théorie adverse. Il ne nie pas les communications directes; il dit seulement qu'elles sont rares. Ainsi, chez un supplicié, il a pu suivre sur des coupes sériées une artériole de la pulpe; il l'a vue donner une douzaine de branches munies de renflements terminaux : une seule venait s'aboucher directement et latéralement dans une veinule capillaire. Enfin, il fait l'expérience suivante : A un lapin vivant, il injecte dans la veine jugulaire du sang de poulet défibriné, de façon à le mélanger lentement au sang circulant, et à le faire passer par l'action du cœur seul dans les artères viscérales. Or, deux minutes et demie après le commencement de l'injection, il tue le lapin, fixe la rate, et trouve, dans les mailles mêmes de la pulpe rouge faisant suite aux artères, des traînées formées d'un mélange des deux sortes d'hématies, celles du poulet étant facilement reconnaissables grâce à leur forme, à leur volume, et à la présence d'un noyau. On ne peut arguer d'une rupture des parois produite par l'injection, puisque c'est le cœur seul qui l'a poussée, ni d'une lente diapédèse, en si peu de temps; les hématies de poulet sont donc arrivées par la voie artérielle normale jusque dans les mailles du réseau pulpaire où celle-ci vient s'ouvrir. Ces conclusions sont, du reste, d'accord avec les données fournies par l'anatomie comparée et l'histogénèse, dont la plupart des auteurs récents tiennent évidemment trop peu de compte. Le réseau ouvert est absolument démontré chez les Vertébrés inférieurs, et, chez les Mammifères même, on sait que les trajets veineux se développent de la même façon, par simple régularisation de mailles de la pulpe. Helly, qui admet d'ailleurs une très grande porosité des vaisseaux, et l'arrivée continue dans les mailles de la pulpe des hématies par diapédèse, fait le raisonnement suivant : Cette porosité est suffisante pour expliquer la présence des hématies hors des vaisseaux; il est donc inutile d'y ajouter des terminaisons libres. On pourrait plus justement soutenir la thèse inverse : la présence de terminaisons libres étant largement démontrée chez les Vertébrés inférieurs, retrouvée chez les fœtus de Mammifères, il est inutile d'y ajouter un autre mode de communication. Or, les partisans actuels du cours ouvert ne vont pas aussi loin, puisqu'ils reconnaissent l'existence de communications directes, qui doivent s'être établies secondairement. S'il y a des espèces où le cours fermé prédomine, ce n'est guère que secondairement aussi, au cours du développement, que le circulus a pu se compléter, isolant de plus en plus les vaisseaux de la pulpe.

§ 2. — Les « glandes hémolymphatiques ».

Les premiers observateurs des ganglions lymphatiques, Nuck, Mascagni, avaient déjà remarqué que quelques-uns de ces organes sont plus ou moins rouges; Herbst (1844) avait insisté sur ce point, montré que cette coloration est bien due au sang contenu, que la lymphe qui en sort est mélangée de sang, et que la lymphe ordinaire, même pure, contient toujours une certaine quantité d'hématies. L'étude de ces ganglions rouges a été reprise en Angleterre par Gibbes (1884) et surtout par Robertson (1890), qui tenta d'en faire un groupe d'organes nouveaux, *sui generis*, sous le nom de *glandes hémolymphatiques*. Depuis, elles ont été étudiées sous ce nom par Clarkson (1891), Vincent et Harrison (1897), Drummond (1900), Morandi et Sisto (1901), et de 1902 à 1904 par Warthin Scott, Weidenreich, Lewis, K. Helly, sur les travaux desquels nous devons particulièrement nous arrêter.

Des premières observations nous ne retiendrons que ceci : Robertson avait décrit les glandes hémolymphatiques chez le mouton, le bœuf, l'homme; Clarkson y ajouta le porc, le cheval; Vincent et Harrison, le rat, le chien, le chat, les Oiseaux, les Téléostéens; Morandi et Sisto, le lapin. Ces organes sont noyés dans le tissu adipeux prévertébral, le long de l'aorte et de la veine cave (Robertson) et de leurs principales branches : artère et veine rénale principalement (Gibbes, Vincent). Leur couleur rouge est due à ce que leurs sinus lymphatiques sont plus ou moins remplis d'hématies, les périphériques surtout. Pour Robertson, Drummond, ceux-ci seraient en communication avec les vaisseaux sanguins, mais ils ne le démontrent pas nettement. Pour Robertson, Clarkson, ces organes sont probablement formateurs d'hématies. Vincent et Harrison, Morandi et Sisto, ont établi qu'ils les détruisent, au contraire, tout en formant des leucocytes (existence de centres germinatifs). Pour Vincent et Harrison enfin, ce sont des ganglions lymphatiques modifiés; une série de formes de transition les y relient; d'autres les relieraient à la rate. Drummond, au contraire, les sépare des ganglions, leur attribue une origine à part, puisqu'on les trouve déjà chez le fœtus.

Morandi et Sisto avaient déjà remarqué que, chez l'homme, on peut les trouver un peu partout où il existe des ganglions lymphatiques, particulièrement dans le creux de l'aisselle. Warthin Scott[1]

[1] Warthin Scott : The normal histology of the human

insiste sur ce fait : Dans les cas d'anémie, ces glandes abondent dans toutes les régions, de nombre et de volume très variables. Reliées par des formes intermédiaires aux ganglions, elles sont essentiellement caractérisées par la présence du sang dans leurs sinus; mais, fait nouveau, dans les formes les plus différenciées, on constate, en outre, *l'absence de vaisseaux lymphatiques*. Il croit les sinus en communication avec le système sanguin.

Weidenreich[1] met en évidence les grandes différences qu'on trouve d'espèce à espèce dans les glandes hémolymphatiques. Toutes sont caractérisées par la présence, entre la capsule et le tissu lymphoïde, d'un sinus irrégulier, incomplètement tapissé d'endothélium, et rempli de sang au lieu de lymphe. Mais, chez le rat, par exemple, le tissu lymphoïde est très développé, et ne contient point d'hématies libres; le sang est relégué dans un étroit sinus périphérique. Au contraire, chez le mouton, ce sinus, très large, envoie de vastes *espaces sanguins* irréguliers, pénétrant au loin dans le tissu lymphoïde central et le morcelant, et ici, de plus, il n'y a *pas trace* de vaisseaux lymphatiques afférents ni efférents. Les capillaires artériels s'ouvriraient nettement dans les espaces sanguins; les veines, bientôt réduites à l'endothelium, se perdraient peu à peu dans les mailles d'une mince bande de tissu lymphoïde qui les sépare des sinus. Les glandes hémolymphatiques seraient donc, à la façon de la rate, intercalées non pas sur la circulation lymphatique, mais sur la circulation sanguine, intermédiaires comme structure à la rate et aux ganglions, auxquels les relient des formes de passage. Celles du rat, du chien, sont plutôt des ganglions que de véritables glandes hémolymphatiques.

Lewis[2] distingue : des ganglions lymphatiques ordinaires, dont les sinus ne contiennent que de la lymphe; — des glandes « hémallymphatiques », caractérisées par un mélange de sang et de lymphe (glandes hémolymphatiques du chien, du chat); — enfin, des « glandes hémales » typiques, n'existant que chez les Primates et les Ongulés, et où le sinus lymphatique est remplacé par un sinus sanguin. Chez les Rongeurs, ce sont encore des glandes hémales, mais de structure un peu spéciale. L'endothélium des sinus se continue directement avec celui des capillaires artériels et des veines. Dans les glandes hémallymphatiques, le mélange est dû à ce que les sinus communiquent aussi avec les vaisseaux lymphatiques, tandis que, dans les glandes hémales, ils ne communiquent qu'avec le système sanguin. Chez le rat, il a pu injecter les sinus par l'artère; les lymphatiques y feraient défaut. La destruction des hématies est la fonction principale. Ces glandes dérivent probablement des ganglions ordinaires.

K. Helly[1] reprend enfin l'ensemble de la question en en faisant une étude historique et critique, appuyée sur des recherches personnelles. Il attaque assez vivement les observations de ses devanciers, et leur tendance générale à faire des glandes hémolymphatiques des organes *sui generis* séparés des ganglions. Toute une série de transitions ménagées les y relie, et on peut les trouver dans l'organisme partout où existent ceux-ci. Mais il n'admet aucune de ces transitions entre eux et la rate. Parmi les propriétés considérées comme caractéristiques, il admet et confirme que, chez le mouton, auquel il ajoute la chèvre (mais seulement chez ces animaux), on trouve certains « ganglions rouges » *totalement dépourvus de vaisseaux lymphatiques afférents et efférents*. C'est donc un point hors de contestation. Mais, chez ces animaux même, on trouve toute une série d'intermédiaires. Tantôt un ou deux lymphatiques viennent se terminer en cul-de-sac dans la capsule; tantôt ils poussent en se rétrécissant jusqu'au sinus, ou y envoient une collatérale. Tantôt, enfin, ils y pénètrent nettement. Il n'y a donc là aucun caractère spécifique qui permette d'en faire des organes à part. Ce sont simplement des « ganglions lymphatiques rouges ». Helly reconnaît aussi la présence de sang dans les sinus, mais il n'y voit que l'exagération d'une propriété commune à tous les ganglions. L'étude à l'aide de la double injection lymphatique et sanguine montre que les deux sortes de voies de la circulation sont nettement séparées l'une de l'autre, là comme ailleurs. Si l'on injecte par l'artère ou par la veine, la masse bleue passe de l'une à l'autre par des capillaires plus ou moins larges, en respectant les sinus lymphatiques, qui restent rouges et remplis de sang. Comment les hématies peuvent-elles donc arriver dans les sinus? Par des sortes de petites hémorrhagies capillaires, rares dans les ganglions normaux, plus fréquentes dans les ganglions rouges, où leur production deviendrait un processus physiologique. Les parois vasculaires porteraient, au voisinage de ces petites collections sanguines, qui peuvent atteindre les sinus, de petites déchirures, par où passent aussi quelquefois des extravasats lors de l'injection; mais

hemolymph glands. *American Journal of Anatomy*, 1901. — *Voy. aussi Journal of Boston Soc. of Medic.*, 1901. — *Journal of medical Research*, 1901.

[1] Weidenreich : Ueber Blutlymphdrüsen. *Anat. Anzeiger*, t. XX, 1901-1902, p. 188, et *Verhandl. der Anat. Gesellsch.*, Halle, 1902.

[2] Th. Lewis : The Structure and Functions of the Hœmolymph Glands and Spleen. *Journal International d'Anatomie*, t. XX, 1903, p. 1.

[1] K. Helly : Hœmolymphdrüsen. *Ergebnisse der Anatomie*, t. XII, 1903, p. 207.

il n'y aurait pas là de communications permanentes et préformées.

Helly décrit dans les sinus un endothélium continu, dont les éléments seraient des cellules du réticulum modifiées, et capables de phagocytose. L'existence des ganglions rouges serait douteuse en dehors de la classe des Mammifères, chez les Oiseaux notamment. Quant aux organes du rein céphalique des Téléostéens, ils représentent simplement une condensation, tout en avant, du tissu lymphoïde intrarénal de ces animaux. Les formations qu'on a décrites autour comme des sinus lymphatiques remplis de sang sont simplement de larges capillaires sanguins, injectables par les artères, et se vidant dans la veine cardinale antérieure.

Ajoutons, enfin, que certains auteurs, dans des travaux d'ensemble sur les ganglions lymphatiques, se sont absolument refusés à voir dans les glandes hémolymphatiques même des ganglions aberrants spéciaux à la façon de Helly. Ainsi Saltykow (1900), qui le premier a rapporté à des hémorrhagies la présence du sang hors des vaisseaux, et qui, dans un certain nombre de cas, chez l'homme, n'a pu trouver la moindre trace de glandes hémolymphatiques. Ainsi encore Retterer[1], qui, en faisant varier les pressions lymphatique et sanguine par des ligatures, produit à volonté des ganglions lymphatiques rouges. D'après lui, contrairement à la majorité des auteurs, les hématies qu'on trouve alors seraient produites sur place dans le ganglion.

En résumé, tout le monde est d'accord sur ce point que, dans certains ganglions, les sinus lymphatiques sont remplis de sang, pur ou mélangé à de la lymphe.

Presque tous les auteurs trouvent une série d'intermédiaires entre ces formes aberrantes, comme les appelle Helly, et les ganglions ordinaires. Presque tous aussi trouvent les différences assez considérables pour justifier un nom particulier, puisque Helly lui-même consent à la fin, quoique à regret, à leur laisser le nom de glandes hémolymphatiques. L'absence complète de vaisseaux lymphatiques afférents et efférents dans certaines d'entre elles, hors de contestation maintenant, suffirait à leur assigner une place à part. La communication des voies lymphatiques et sanguines serait un autre caractère important, mais de nouvelles recherches semblent nécessaires pour l'affirmer.

Quant à la fonction, l'on est à peu près d'accord : l'abondance de pigment sanguin libre, d'hématies en voie de destruction par phagocytose, nous y montrent des organes surtout hémolytiques (Helly). La formation de globules rouges est bien moins admise; la formation de globules blancs n'est pas douteuse dans la plupart, vu l'existence de centres germinatifs. Nous sommes en présence d'une variété aberrante de ganglions lymphatiques, mais d'une variété qui peut atteindre, dans certains cas, une différenciation assez marquée pour exiger une place à part. L'histogénèse fixera probablement un jour cette place d'une façon plus précise.

E. Laguesse,
Professeur d'Histologie
à la Faculté de Médecine de Lille.

[1] Retterer : *C. R. de la Soc. de Biol.*, et *C. R. de l'Assoc. des Anatomistes*, 1901-1903.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Vivanti (G). — **Leçons élémentaires sur la Théorie des Groupes de transformations**, *professées à l'Université de Messine, traduites par* M. A. Boulanger, *Maître de Conférences à l'Université de Lille.* — 1 *vol. gr. in-8° de* 296 *pages avec fig.* (*Prix* : 8 *fr.*) *Gauthier-Villars, éditeur. Paris*, 1904.

On sait la place importante que tiennent dans la science les groupes de transformations finis et continus. Or, les personnes désireuses aujourd'hui de s'initier aux éléments de la théorie ne pouvaient le faire commodément. Les volumes compacts des traités allemands de Lie-Engel ou Scheffers ne sont maniables que pour un lecteur déjà au courant des choses, au moins en gros.

On regrettait l'absence d'un manuel relativement court, qui, prenant la théorie à ses éléments, en exposât les parties essentielles, avec les applications principales et, pour ainsi dire, classiques.

Sachons donc gré à M. Vivanti d'avoir rédigé un pareil livre, à M. Boulanger de l'avoir traduit, à la maison Gauthier-Villars de l'avoir édité avec son soin habituel.

Léon Autonne.
Maître de Conférences de Mathématiques à la Faculté des Sciences de Lyon.

Marchis (L.), *Professeur de Physique à la Faculté des Sciences de Bordeaux.* — **Thermodynamique.** *Tome I :* **Notions fondamentales.** — 1 *vol. in-8° de* 176 *pages, avec* 15 *figures dans le texte, avec une préface, par M.* P. Duhem, *membre correspondant de l'Institut.* (*Prix* : 5 *fr.*) *Paris, Gauthier-Villars; et Grenoble, Gratier et Rey*, 1904.

Ce livre fait partie du *Recueil de Notions fondamentales, théoriques et pratiques*, en 70 volumes, que M. Pionchon destine aux jeunes élèves ingénieurs des Facultés des Sciences : il appartient à la troisième section, attribuée à la Physique industrielle ; la collection comportera cinq sections.

Le savant professeur d'Electricité de l'Université de Grenoble a tracé le programme de cette publication dans les termes suivants : « Aller droit au but visé ; ne dire que l'essentiel, ce qui doit rester ancré définitivement dans l'esprit et assurer une application correcte des principes ». Le but poursuivi est de « faciliter et d'orienter les efforts des jeunes élèves ingénieurs en vue de l'acquisition de leur savoir professionnel ». Ce n'est donc pas une collection d'aide-mémoire que veut composer M. Pionchon, mais bien une bibliothèque didactique, constituant la base du savoir d'un ingénieur digne de ce nom : il ne s'agit pas de rappeler au lecteur ce qu'il a appris et su jadis, mais de lui fournir des « connaissances précises et solidement établies » qui « resteront constamment dans le champ de sa vision ». Ce recueil diffère donc essentiellement des collections précédemment formées.

Les *Leçons d'Electricité industrielle*, professées à Grenoble par M. Pionchon, et publiées en plusieurs volumes, constitueront en partie la section d'Electricité ; à M. Marchis, de Bordeaux, a été dévolue la Thermodynamique et ses applications, dans laquelle il s'est acquis une légitime notoriété. M. Duhem a honoré le premier volume d'une préface consacrée au mouvement perpétuel ; c'est une page magistrale, que méditeront avec profit tous ceux qui s'intéressent à la philosophie naturelle.

La Thermodynamique de M. Marchis comprendra deux parties, formant chacune un volume. Le premier, qui vient de paraître, contient l'exposé des principes fondamentaux et des théorèmes que l'on peut en déduire dans l'étude des modifications des systèmes ; la seconde partie sera le développement des applications des principes aux fluides considérés jusqu'au voisinage de leur point critique.

Le premier volume est divisé en cinq chapitres. Le chapitre I est consacré à l'équivalence de la chaleur et du travail, avec des applications à la calorimétrie chimique ; le chapitre II énonce le principe de Carnot et soumet à une discussion approfondie les modifications réversibles ; l'entropie fait l'objet du chapitre III. Sous le titre d'Energie utilisable, le chapitre IV renferme des considérations intéressantes sur la dissipation de l'énergie et l'accroissement de l'entropie. Le chapitre V est un savant exposé des relations qui existent entre la chaleur chimique et la chaleur voltaïque.

M. Marchis a traité ces importantes questions avec une rigueur et une inflexibilité de principes qui donne à son argumentation une force particulière : on y retrouve l'esprit d'anatomie et d'exactitude en toutes choses qui caractérise sa manière. Les jeunes ingénieurs, pour qui le livre a été écrit, y puiseront une théorie complète et sûre, illuminée par les travaux les plus récents ; mais nous avons constaté avec regret qu'ils ignoreront l'œuvre de Hirn, dont le grand nom n'est pas prononcé dans l'ouvrage, alors qu'on y cite 67 thermodynamistes de toute valeur.

Le volume, imprimé à Grenoble, est d'une exécution irréprochable, nous allions dire toute parisienne. Il plairait peut-être davantage aux yeux, si l'on n'avait pas fait un usage trop fréquent des caractères gras et italiques pour mettre en vedette des mots et des énoncés sur lesquels on voulait appeler plus vivement l'attention du lecteur.

Aimé Witz,
Professeur à la Faculté libre des Sciences de Lille.

2° Sciences physiques

Gay (Alfred), *Ingénieur à la Société industrielle des Téléphones.* — **Les Câbles sous-marins.** *Tome I.* **Fabrication.** *Tome II.* **Travaux en mer.** — 2 *vol. in-16 de* 204 *et* 192 *pages avec fig. de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire. Gauthier-Villars, éditeur, Paris*, 1904.

La bibliographie française sur les câbles sous-marins est extrêmement modeste, aussi bien pour la quantité que pour la qualité. Dût notre amour-propre en souffrir, il faut reconnaître que, si des Français ont apporté à la télégraphie sous-marine des contributions particulièrement intéressantes, tous les grands problèmes de cette question, toutes les grandes difficultés du début ont été résolus et vaincus par des Anglais. Aussi est-ce un sentiment pénible, pour celui qui veut étudier cette question si importante, de ne rencontrer dans les bibliothèques françaises que des traités insuffisants ou des contributions dont l'intérêt est trop spécialisé. Quelques articles plus ou moins littéraires dans nos grandes revues ne peuvent avoir une prétention technique quelconque.

Le livre de M. A. Gay vient donc combler une lacune incontestable. Grâce à cet ingénieur, il est possible aujourd'hui à un Français d'acquérir des notions précises sur la télégraphie sous-marine sans faire des recherches prolongées dans des bibliothèques étrangères.

Le premier volume est consacré à la fabrication. La rédaction en est attrayante et facile, dégagée des détails qui pourraient alourdir et rendre fastidieuse la lecture de ces matières arides. Nous considérons ce livre comme

de l'excellente vulgarisation, et ce n'est pas un mince éloge que nous adressons à l'auteur.

Il nous permettra donc de critiquer légèrement le second volume, où l'on retrouve, d'ailleurs, toutes les qualités du premier, dans les chapitres qui traitent des essais électriques, des déterminations des défauts et de l'histoire des câbles sous-marins. Mais, si la partie qui a trait aux opérations en mer a fait évidemment l'objet de soins particuliers, on n'y retrouve pas la même netteté et la même précision. On sent que l'auteur n'est pas marin. Il manifeste une crainte instinctive contre les mots de métier, car il a peur de les voir incompris. Cependant, il est impossible d'expliquer clairement des manœuvres maritimes sans employer ces mots, quitte à en indiquer par des notes la signification précise. L'auteur aurait évité certaines inexactitudes de langage qui peuvent inspirer à certains lecteurs des craintes injustifiées sur la valeur des autres parties. Ainsi, il leur sera pénible de croire (page 34) que M. Gay prend le filin de manille pour un filin remplissant un rôle particulier, tandis qu'en réalité il sait que cette expression représente toute une catégorie de filins.

Si nous citons cet exemple, c'est pour montrer nettement la valeur relativement minime des critiques que nous apportons à l'ouvrage de M. Gay, en face des qualités si précieuses que les autres parties révèlent. Nous regrettons seulement de ne pas trouver, dans la bibliographie, trace du travail de M. Larose sur la chaînette appliquée aux lignes télégraphiques aériennes et sous-marines, qui est cependant de haute valeur pour le technicien. Nous ne partageons pas absolument les idées de l'auteur sur l'avenir des câbles sous-marins en France, mais c'est une question secondaire sur laquelle il n'insiste pas.

En terminant, nous exprimerons l'espoir que M. Gay complète son début brillant dans la littérature spéciale de la télégraphie sous-marine en dotant la technique française d'un traité complet qui nous manque, et qu'il est particulièrement désigné pour écrire.

L. Mascart,
Lieutenant de vaisseau.

Ostwald (W.), *Directeur*, et **Luther** (R.), *sous-directeur, de l'Institut de Chimie physique de l'Université de Leipzig.* — **Manuel pratique des Mesures physico-chimiques.** *Traduit de l'allemand sur la deuxième édition par* Ad. Jouve, *ancien préparateur de Chimie à l'Ecole Polytechnique.* — 1. *vol. in-8° de* 534 *pages avec figures* (*Prix* : 20 *fr.*) *Ch. Béranger, éditeur. Paris*, 1904.

La valeur de cet ouvrage, classique non seulement en Allemagne, mais aussi dans les laboratoires de Physico-Chimie qui se sont créés dans le monde entier sur le modèle du célèbre Institut de l'Université de Leipzig, s'était affirmée par la disparition rapide des exemplaires de la première édition allemande. La deuxième édition, publiée récemment avec la collaboration du Dr Luther, sous-directeur de l'Institut, présente toutes les qualités de la première et, en outre, quelques chapitres importants sur l'application des méthodes physico-chimiques aux déterminations de constitution et à l'étude des équilibres.

On sait que ce Manuel donne successivement les indications précises permettant la mesure des principales constantes physiques et plus particulièrement des constantes électriques, forces électromotrices, conductibilités, etc., dont la connaissance devient de jour en jour plus nécessaire au chimiste, — et il faut espérer que cette traduction contribuera à répandre ces méthodes, d'application souvent si heureuse aux problèmes de constitution.

Nous nous permettrons, en terminant, de regretter que la traduction, en serrant le texte allemand de trop près, se soit remplie d'expressions incorrectes et renferme même, en certains endroits, des phrases entières peu intelligibles, dont on trouvera particulièrement des exemples dans les dernières pages de l'appendice.

C. Marie,
Docteur ès sciences,
Préparateur d'Electrochimie
à l'Institut de Chimie appliquée
de l'Université de Paris.

Girard (Ch.), *Directeur du Laboratoire municipal de Paris.* — **Analyse des Matières alimentaires et Recherche de leurs falsifications** (2e *édition*). — 1 *vol. in-8° de* 872 *pages avec figures.* (*Prix* : 25 *fr.*). *Veuve Ch. Dunod, éditeur, Paris*, 1904.

L'ouvrage de M. Ch. Girard sur l'analyse des matières alimentaires et la recherche de leurs falsifications est devenu classique. C'est, avec le Traité des altérations et des falsifications de MM. Villiers et Colin, le recueil le plus utile que puissent consulter les chimistes s'occupant de ces questions. Cet ouvrage, dont l'éditeur publie la deuxième édition, a suivi lui-même la publication de plusieurs éditions des Documents du Laboratoire municipal de Paris, commencée il y a environ vingt ans. L'analyse des matières alimentaires était à cette époque encore peu avancée; le Laboratoire municipal de Paris ne datait que de quelques années et il avait déjà pris une extension considérable; on s'occupait dans les divers pays et dans les principales villes de créer des organisations analogues pour exercer une surveillance active sur les aliments. Depuis lors, l'analyse des matières alimentaires a fait de grands progrès. Il faut bien reconnaître que, par contre, les fraudeurs ont suivi ces progrès avec attention et qu'ils en ont fait profiter leur industrie. La lutte entre la fraude et la répression s'est trouvée portée sur le terrain scientifique; il a fallu perfectionner les méthodes analytiques et découvrir des procédés permettant de déceler les fraudes nouvelles. On trouve la trace de ces recherches en comparant les publications successives du chef du Laboratoire municipal.

L'édition que nous signalons aujourd'hui comprend l'ancien texte, conservé intégralement et complété par des parties supplémentaires ajoutées à la suite de chacun des chapitres. Les articles additionnels qui ont le plus particulièrement attiré notre attention sont ceux qui traitent de l'eau (analyse bactériologique), du lait (caractérisation des fraudes), des sucres (analyse des mélanges de sucres), des conserves (analyse des préparations à base de viande).

Nous aurions désiré voir certains chapitres traités d'une manière plus étendue, notamment celui qui concerne le vin, dont l'expertise chimique est souvent si délicate et si discutée. D'une manière générale, il eût mieux valu que le volume du chef du Laboratoire municipal fût refondu au lieu d'être simplement additionné de suppléments. Ce sera, sans doute, le cas de l'édition prochaine. Celle-ci n'en est pas moins d'un intérêt incontestable pour les chimistes et les hygiénistes.

X. Rocques,
Chimiste-expert des tribunaux,
Ancien chimiste principal
du Laboratoire municipal de Paris.

3° Sciences naturelles

Risler (E.) et **Wery** (G.). — **Irrigations et Drainages.** — 1 *vol. in-18 de l'Encyclopédie agricole avec* 16 *figures.* (*Prix* : 5 *fr.*). *J.-B. Baillière et fils, éditeurs. Paris*, 1904.

Les auteurs de ce remarquable travail ne se sont pas bornés à compléter les connaissances déjà anciennes qui se rapportent à l'irrigation et au drainage; ils ont aussi innové et fait œuvre personnelle en publiant les résultats de leurs recherches. Toute la première partie du volume — 140 pages sur 500 — est consacrée à l'étude de l'eau, de son rôle physiologique, de la transpiration et de la consommation des plantes, des relations entre l'eau, la terre et l'atmosphère, du régime des eaux selon les étages géologiques auxquels appartiennent les sols, et enfin des substances fertilisantes contenues dans les eaux.

C'est là, notamment, qu'on trouvera consignés les résultats très intéressants des travaux de M. Risler sur la transpiration des végétaux.

Les besoins des plantes sont énormes, et les pluies, même dans nos régions du Nord, n'apportent pas aux récoltes une quantité d'eau suffisante au moment même où elles en ont besoin, c'est-à-dire de mars ou avril à août. Il faut donc que les plantes trouvent dans le sol des réserves importantes. On voit tout de suite l'extraordinaire importance de la circulation de l'eau dans le sol, par l'irrigation, le drainage, les défoncements, etc.

« C'est l'eau stagnante qui est nuisible dans le sol, dit M. Risler ; mais il en est tout autrement pour l'eau en mouvement, pour celle qui ne fait que passer et traverser la couche supérieure du terrain. Cette eau entraîne avec elle les produits de l'oxydation des matières organiques renfermées dans le sol et y attire à la suite une nouvelle provision d'oxygène; elle aère le sol, et le résultat le plus important du drainage régulier des terres auparavant imperméables est d'y porter la couche d'oxydation à une profondeur plus grande, celle où les tuyaux sont placés ».

Quelques pages très instructives sont encore consacrées à la richesse des eaux en éléments fertilisants. Cette richesse est faible ; mais, en revanche, les quantités d'eau qui traversent les plantes sont énormes : il en résulte que l'eau nourrit la plante beaucoup plus qu'on ne le supposait après avoir simplement constaté la pauvreté de cette eau en principes nutritifs.

« Si une récolte de blé contient 30 à 40 kilogs d'acide phosphorique et si cette récolte a transpiré 2 millions de litres d'eau par hectare pour se former, il suffit que cette eau ait dissous dans la terre 15 à 20 milligrammes par litre d'acide phosphorique ».

Les auteurs que nous citons fournissent encore un exemple curieux de la nutrition des végétaux par des eaux renfermant des doses extrêmement faibles d'acide phosphorique :

« Des sols de grès stériles et inaptes par eux-mêmes à alimenter convenablement des plantes en acide phosphorique ont été arrosés avec des liqueurs nutritives contenant cet acide à des doses diverses. Sur ces sols, on a cultivé différentes plantes, qui ont dû prélever leur acide phosphorique à peu près exclusivement sur les dissolutions qu'on leur offrait. Sans addition d'acide phosphorique dans les dissolutions, les plantes sont restées misérables. En présence de dissolutions contenant des quantités d'acide phosphorique de l'ordre de celles qui existent dans les terres arables, elles ont prospéré. Dans ces expériences, les solutions nutritives sont naturellement renouvelées d'une manière constante. C'est grâce à ce contact constant avec le liquide nourricier, si pauvre soit-il, que les plantes peuvent prospérer... ».

Ceci montre encore l'utilité de l'eau comme véhicule des substances que la plante assimile. Toute cette partie de l'ouvrage éclaire le lecteur sur l'immense portée des travaux d'irrigation et de drainage.

Nous n'avons que peu de chose à dire, pour ne pas être trop long, de la partie descriptive et technique de l'ouvrage de MM. E. Risler et G. Wery. Tous les développements relatifs à l'irrigation et au drainage sont complets et clairs, deux qualités qui ne s'allient pas toujours.

On lira avec le plus grand intérêt et beaucoup de profit la théorie du drainage, dont la conclusion est toute nouvelle. Elle conduit à l'application sur le terrain d'une méthode spéciale de placement des drains ordinaires *en diagonale* et des collecteurs dans le sens *de la plus grande pente*.

Tous les agriculteurs devraient lire le chapitre, comme le volume tout entier. C'est là, nous semble-t-il, la conclusion naturelle de notre analyse.

D. Zolla,
Professeur à l'École nationale d'Agriculture de Grignon.

Herdmann (W. A.), *Professeur d'Histoire naturelle à l'Université de Liverpool.* — **Report to the Government of Ceylon on the Pearl-Oyster Fisheries of the Gulf of Manaar,** *with supplementary Reports upon the marine-biology of Ceylon by other naturalists. Part I.* — 1 *vol. in-8 de* 500 *pages avec fig. Publié par la Royal Society; Harrison and Sons, éditeurs, Londres,* 1904.

Les bancs d'huîtres perlières de Ceylan ont été exploités depuis la plus haute antiquité ; mais, de tout temps, il y eut dans cette industrie des périodes d'improductivité, dues soit à l'absence de perles dans les huîtres, soit à la disparition plus ou moins complète des mollusques des bancs.

A la suite d'une mauvaise période de dix années consécutives, l'Office colonial anglais chargea M. Herdmann d'aller sur place à Ceylan étudier scientifiquement la question. Ceci se passait en 1900, et déjà est paru le premier volume du Rapport de l'Expédition, offrant une ample moisson de faits intéressants.

Les dragages et observations ont été faits à bord du vapeur « Lady Havelock », et une station de recherches a été établie à la pointe de Galles, à l'extrémité S.-O. de l'île de Ceylan.

Dans l'introduction de ce premier Rapport, quelques résultats sont annoncés dont les détails ne seront fournis qu'ultérieurement. C'est ainsi qu'Herdmann annonce avoir établi le cycle du parasite producteur de la perle fine dans l'huître perlière (*Margaritifera vulgaris* Schum.)

Disons, en passant, que l'opinion de la présence d'un parasite est seule admise pour la production des perles fines. Ce serait un cestode du genre *Tetrarhynchus*.

Les embryons vivraient librement dans la mer; les uns seraient entraînés dans le tube digestif des huîtres, les autres se logeraient dans les trachées. Ils s'y enkysteraient. A partir de ce moment, leur sort serait différent suivant les cas. Si l'huître n'est pas mangée par un poisson, le parasite continuera son évolution. D'après Herdmann et Hornell, les poissons à incriminer seraient deux espèces du genre *Balistes*, *B. mitis* et *B. stellatus*, très communes sur les bancs d'huîtres perlières. Le Cestode atteint chez ces hôtes un stade plus avancé et est déjà reconnaissable comme tétrarhynque. Mais l'état adulte ne serait atteint que dans le corps de gros Elasmobranches, requins ou raies, qui font leur proie des Balistes. Pour juger de la valeur de ces résultats, il nous faut attendre la publication des parties suivantes du Rapport.

Puis vient le récit très détaillé des recherches faites tout autour de l'île, avec l'indication précise des emplacements, de la profondeur, de la nature des fonds et des espèces zoologiques recueillies.

L'étude topographique des bancs d'huîtres perlières occupe de longues pages où sont relatées toutes les données physiques, chimiques ou biologiques qui pourront peut-être, un jour ou l'autre, éclairer les obscurs problèmes biologiques qui se posent à propos de ces appauvrissements périodiques des bancs.

L'étude de l'huître elle-même est entamée dans ce Rapport. A signaler, parmi les faits importants établis, la prédominance des mâles sur les femelles (87 mâles sur 71 femelles), ainsi que l'unisexualité de l'huître, définitive, sans protandrie. Puis c'est une esquisse de l'embryogénie de l'huître, en partant de l'œuf pour arriver au stade où l'animal se fixe aux algues. Toute cette partie du développement a été suivie en aquarium, après la fécondation artificielle des œufs.

L'étude de la locomotion des huîtres au moyen du byssus est faite consciencieusement, ainsi que celle de la nutrition de l'huître et de la croissance de la coquille.

Une conclusion intéressante de l'auteur est que la production de nacre, et par suite l'enrobement des perles, s'il y a lieu, n'est active qu'à la quatrième année. A partir de cet âge, l'épaississement de la coquille est très rapide. Jusque-là, au contraire, la coquille ne

fait que s'élargir. Sur les bancs, les huîtres vivent une moyenne de six à sept ans. La pêche n'en est fructueuse que si elle porte sur des individus âgés d'au moins quatre ans.

Les dragages et explorations entrepris par Herdmann lui ont permis de rassembler de très nombreux matériaux zoologiques, qui constituent une base très sérieuse de l'étude de la faune marine de Ceylan. Ces matériaux ont été distribués à divers spécialistes, et déjà quelques-uns ont fourni leurs rapports, qui sont annexés au premier volume.

Les roches et concrétions des fonds marins ont été étudiées par J. Lomas. Ce sont tous matériaux d'origine récente, qui ne fournissent pas le moindre renseignement sur le caractère des roches solides qui constituent le fond de la mer.

Les algues recueillies ont été peu nombreuses comme espèces. Barton en donne la liste et la fait suivre de notes sur la fructification d'*Halimeda gracilis*.

L'étude des différents groupes d'animaux recueillis débute par le Rapport sur les *Géphyriens*, dû à Shipley. La récolte a fourni un genre nouveau, *Centrosiphon*, voisin des genres *Aspidosiphon* et *Clœosiphon*.

Les *Polyplacophores* ont été étudiés par Sykes. Neuf espèces ont été recueillies, dont cinq nouvelles. Les *Holothurioides*, décrits par Pearson, se rapportent à dix genres et trente espèces environ, dont sept nouvelles. L'une de ces espèces nouvelles a nécessité la création d'un genre nouveau, le genre *Havelockia*, voisin du genre *Colochirus*.

Les *Céphalocordés* sont représentés par sept espèces, dont aucune n'est nouvelle. Quant aux *Copépodes*, la moisson a été particulièrement abondante. Thomson a reconnu que la collection ne comprenait pas moins de deux cent quatre-vingt-trois espèces, dont soixante-seize nouvelles, pour lesquelles il a fallu créer dix nouveaux genres. Ces espèces sont décrites et, ce qui vaut mieux encore, sont dessinées en leurs parties caractéristiques.

En résumé, cette première partie du Rapport de mission fait grand honneur à M. Herdmann et nous fait désirer vivement la suite de la publication qui promet d'être plus intéressante et plus concluante.

A. Briot,
Chef des travaux de Zoologie
à la Faculté des Sciences de Marseille.

4° Sciences médicales

Jeanselme (E.), *Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris.* — **Cours de Dermatologie exotique.** *Leçons recueillies et rédigées par M.* Trémolières, *Interne des hôpitaux.* — 1 *vol. gr. in-8° de* 403 *pages et* 108 *figures. Masson et Cie, éditeurs, Paris*, 1904.

La création d'un Institut de Médecine coloniale à Paris répondait à un besoin réel. C'est une lacune que les Pouvoirs publics ont comblée, pour le plus grand bien des médecins appelés à exercer dans les pays exotiques.

M. Jeanselme a été chargé du cours de Dermatologie. Préparées par sa parfaite connaissance de la Dermatologie, et par un voyage dans nos possessions asiatiques, les leçons qu'il a professées à l'Institut viennent d'être réunies et rédigées par M. Trémolières, interne des hôpitaux, et ont paru sous le titre de « Cours de Dermatologie exotique ».

Nous ne pouvons mieux faire, pour indiquer l'esprit qui a guidé M. Janselme dans ses leçons, que de rapporter quelques phrases de sa préface : « Mentionner tout ce qui mérite d'être cité, et ne dire que cela ; avoir toujours présentes à l'esprit les difficultés de toutes sortes avec lesquelles le médecin colonial doit engager la lutte, soit qu'il veuille établir un diagnostic, soit qu'il se propose une recherche d'ordre scientifique : telle est l'idée directrice qui m'a servi de guide. »

M. Jeanselme a décrit sommairement les espèces morbides rares ou sans intérêt. Il a, en revanche, longuement insisté sur les plus fréquentes. Ainsi la *lèpre*, la *syphilis*, le *pian* ou *framboesia*, le *bouton d'Orient*, l'*ulcère des pays chauds*, etc.

La *lèpre*, ce fléau qui frappe toutes nos colonies, est étudiée avec un soin minutieux.

Etude clinique complète, anatomie pathologique basée sur de nombreuses recherches personnelles, morphologie et culture du bacille de Hansen, diagnostic, prophylaxie, tout est approfondi, fouillé, discuté avec une très grande compétence. M. Jeanselme, qui a vu ce qu'il décrit, consacre 128 pages à l'étude de la lèpre.

La *syphilis exotique*, dont les ravages sont si effrayants sous les tropiques, le *pian* ou *framboesia*, qui offre de si grandes analogies avec la vérole, le *bouton d'Orient*, l'*ulcère phagédénique*, l'*éléphantiasis des Arabes* et diverses mycoses cutanées, sont étudiés avec un soin particulier. A chaque occasion, l'auteur a remanié et rajeuni les descriptions classiques à l'aide de travaux et de notes personnels.

Les leçons consacrées aux dermatoses, telles que *herpès circiné*, *pytiriasis versicolor*, aux dermatoses propres aux climats tropicaux, *érythème solaire*, *bourbouille*, etc., forment des chapitres très étudiés et très complets.

Les dernières leçons traitent des maladies produites par les parasites animaux, *craw-craw*, *filariose*, etc. M. Jeanselme met bien en lumière cette notion de l'origine parasitaire de certaines dermatoses, qui permet, dans un grand nombre de cas, de lutter avec succès contre leurs atteintes.

A la fin de chaque leçon, on trouve des indications bibliographiques permettant au lecteur d'approfondir un sujet en se reportant aux travaux les plus importants sur la matière.

Le livre de M. Janselme se termine par un exposé clair et bref de la manière de prélever les pièces dermatologiques, et d'en faire l'étude microscopique et bactériologique.

Le « Cours de Dermatologie exotique » contient des figures nombreuses : dessins au trait, schémas, coupes microscopiques reproduites au crayon ou par la photographie, cartes géographiques permettant d'embrasser d'un coup d'œil le domaine des principales dermatoses.

Clair et précis, ce livre rendra les plus grands services aux médecins disséminés dans toutes les colonies, à qui incombe la tâche de soigner les Européens et les indigènes.

Léon Lebar,
Interne des hôpitaux de Paris.

5° Sciences diverses

Bourdeau (L.). — **Histoire de l'Habillement et de la Parure.** — 1 *vol. in-8° de* 302 *pages de la Bibliothèque scientifique internationale.* (*Prix cartonné* : 6 *fr.*) *F. Alcan, éditeur, Paris*, 1904.

Quoique l'homme puisse résister, mieux qu'aucun animal, à de notables écarts de température, puisque, apte à vivre au-delà du cercle polaire et sous l'équateur, il supporte des extrêmes qui seraient mortels pour toute autre espèce, il a besoin d'être protégé contre les variations thermiques de l'atmosphère. Puis, les conditions mêmes de sa vie exposent sa peau délicate et nue à de cruelles blessures, et, pour assurer sa sécurité et son repos, il lui fallait pouvoir s'entourer d'un revêtement protecteur. Enfin, des aspirations esthétiques (goût de la parure) et des convenances morales (sentiment de la pudeur) ont contribué pour une part importante à la création des vêtements.

Dans cet ouvrage, l'auteur s'est donné la tâche d'esquisser comment l'industrie est parvenue, par une évolution continue, à pourvoir à ces différents besoins ; il examine l'histoire des matériaux successivement mis en œuvre, la préparation des peaux, celle des textiles, leur conversion en fils, le tissage des étoffes, la teinture et l'impression des tissus, enfin la confection des vêtements.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

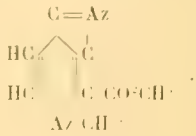
ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 21 Novembre 1904

M. P. **Vieille** est élu membre dans la Section de Mécanique en remplacement de M. Sarrau. — La Section de Médecine et de Chirurgie présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante par le décès de M. Marey : 1° M. **A. Dastre**; 2° M. **E. Gley**; 3° M. **Marage**.

1° Sciences mathématiques. — M. **E. Picard** démontre un théorème général concernant les surfaces algébriques de connexion linéaire supérieure à l'unité : La condition nécessaire et suffisante pour qu'une surface ait r intégrales distinctes de différentielles totales de deuxième espèce est qu'une certaine équation différentielle linéaire E soit vérifiée par r polynomes en y linéairement indépendants. — M. **R. de Montessus de Ballore** poursuit ses recherches sur les aires de convergence des fractions continues algébriques. — M.M. **Fléchet** démontre que : toute opération fonctionnelle U_A, uniforme et continue dans un ensemble compact et fermé E : 1° est bornée dans E; 2° y atteint au moins une fois sa limite supérieure. — M. **P. Fatou** montre que, si la partie réelle et la partie imaginaire d'une série de Taylor sont continues sur le cercle de convergence, elles s'expriment l'une par l'autre au moyen d'une formule qu'il donne.

2° Sciences physiques. — M. **R. Blondlot** a fait une série de nouvelles expériences sur l'enregistrement photographique de l'action que les rayons X exercent sur une petite étincelle électrique, et il a reconnu que les diverses causes de perturbation qu'on lui avait signalées n'ont qu'une influence inappréciable. Les clichés photographiques sont donc les témoins irrécusables de l'action des rayons X. — M. **Ch. Moureu** a examiné au spectroscope les mélanges gazeux radioactifs qui se dégagent de l'eau de quelques sources thermales; il a observé les raies de l'argon et de l'hélium. — M. **A. Krogh** estime que la teneur centésimale de l'atmosphère en CO^2 est actuellement en hausse et que la mer réagit contre cette hausse en absorbant le gaz. — MM. **Alfred Picard** et **Heurteau** : Congélation de l'humidité de l'air soufflé aux hauts-fourneaux (voir p. 1059). — MM. **A. Brochet** et **J. Petit** ont reconnu que les métaux ont une action très variable lorsqu'on les utilise comme anode dans l'électrolyse du ferrocyanure de potassium. — M. **Alb. Colson** a constaté que les sulfates des métaux bivalents, en solution aqueuse, sont formés par la réunion de deux molécules, dont un mode d'assemblage peut être représenté par la formule $HSO^4.M.O.M.SO^4H$. — M. **L. Lindet** a observé que le benzène accélère puissamment la formation de la rouille par oxydation du fer; l'arsenic, l'acide arsénieux, l'orpiment l'arrêtent totalement, au contraire. — M. **Herrenschmidt** recommande, pour la séparation des métaux par voie humide, l'emploi, comme précipitant, non seulement d'un métal, ce qui se fait couramment, mais également de l'oxyde, du sulfure ou du carbonate de l'un des métaux qui se trouvent dans la dissolution. — M. **J. Bougault** a étudié l'action de l'iode et de l'oxyde jaune de mercure sur les acides à fonction éthylénique. Les acides à liaison $\alpha\beta$ et les acides $R.C(CO^2H):CH^2$ ne donnent rien; les acides à liaison $\beta\gamma$ donnent des lactones iodées. — M. **R. de la Aceña**, en faisant réagir HBr ou HCl sur la triacétine, a obtenu quelques nouveaux dérivés halogénés de celle-ci. — M. **G. Darzens**, en hydrogénant les cétones aromatiques $C^6H^5.CO.R$ par le nickel réduit à 190°-195°, a obtenu les hydrocarbures $C^6H^5.CH^2.R$ avec un excellent rendement. — M. **L. Dubreuil** a observé que les bases pyridiques et quinoléïques enlèvent HBr aux éthers bromo et bibromosuccinniques et provoquent la formation d'éthers non saturés : fumarique, bromomaléïque et acètylène-dicarbonique. — M. **J. Schmidlin** propose la définition suivante : Une matière colorante est caractérisée par une molécule renfermant un groupe fort exothermique (auxochrome), lequel provoque, par un arrangement spécial, sur un autre point de la molécule, la formation d'un groupe endothermique (chromophore), lequel renferme des doubles liaisons aliphatiques permettant à une partie de la molécule de vibrer en se servant des ondes lumineuses de même période comme moteur. — MM. **L. Maquenne** et **Philippe** concluent de leurs recherches sur la ricinine (et la méthyloxypyridone qu'on en retire par action de KOH, puis d'HCl) qu'elle possède la constitution suivante :



— MM. **Em. Bourquelot** et **H. Hérissey** ont reconnu que la tréhalase est un enzyme généralement présent dans les tissus des Champignons, l'époque de sa présence ou de sa disparition pouvant être en rapport étroit avec celles de l'utilisation du tréhalose ou de son emmagasinement comme réserve. — M. **M. Berthelot** a constaté que les tiges des plantes herbacées desséchées gardent une longueur constante, tandis que leurs dimensions latérales diminuent considérablement.

3° Sciences naturelles. — M. **N. Vaschide** a déterminé la sensibilité gustative chez l'homme et chez la femme : elle est plus fine chez l'homme pour le salé et l'amer, presque égale chez l'homme et la femme pour l'acide et le doux. — MM. **A. Desgrez** et **J. Ayrignac** ont trouvé que la déminéralisation de l'économie est supérieure à la normale chez 56 % des malades atteints de dermatose. — MM. **Vallée** et **Panisset** ont constaté que les animaux vaccinés contre le *surra* sont réfractaires à la *mbori*. Les Trypanosomes agents de ces deux maladies sont donc, sinon identiques, du moins étroitement parents. — M. **Ch. Henry** et Mlle **J. Joteyko** ont étudié les lois des variations de l'énergie disponible à l'ergographe suivant la fréquence des contractions et le poids soulevé. — M. **G. Bohn** considère les actions tropiques de la lumière comme la conséquence d'actions toniques asymétriques. Ce qui intervient directement dans l'orientation d'un animal, c'est uniquement l'éclairement des deux yeux. — Mlle **M. Stefanowska** a déterminé la loi de variation de poids du *Penicillium glaucum* en fonction de l'âge : on observe une phase d'ascension rapide jusqu'à l'époque de la fructification, puis une phase de décroissance soudaine. — M. **G. Chauveaud** montre que l'appareil sécréteur des Conifères peut subir, dans son évolution, des transformations (transformations en fibres, transformations en cellules de parenchyme) qui masquent complètement son caractère primitif. — M. **E. Demoussy** a reconnu qu'il y a, en général, un avantage très marqué à faire croître les plantes dans une atmosphère riche en acide carbonique; l'augmentation moyenne du poids a été de 60 %. — M. **M. Molliard**, en cultivant des radis dans des solutions concentrées de glucose, a obtenu des tubercules qui présentent une abondante réserve

amylacée. — M. **Ed. Heckel**, après avoir cultivé pendant huit ans le *Solanum Commersoni* Dunal, l'a vu varier dans le même sens que l'ensemble de nos *Sol. tuberosum* actuels. Il pense que cette espèce a joué un rôle important dans la formation de nos pommes de terre ordinaires. — MM. **E. Haug** et **M. Lugeon** signalent l'existence, dans le Salzkammergut, de quatre nappes de charriage superposées. — M. **R. Douvillé** montre que les chaînes subbétiques jouent, entre le bas-pays et le massif cristallin de la Sierra-Nevada, exactement le même rôle que les Préalpes suisses entre la plaine mollassique et les hautes chaînes calcaires de Suisse et de Savoie.

Séance du 28 Novembre 1904.

L'Académie procède à l'élection d'un membre dans sa Section de Médecine et Chirurgie, en remplacement de M. Marey. M. **Dastre** est élu.

1° Sciences mathématiques. — M. **D. Pompeiu** montre qu'un ensemble purement ponctuel peut avoir une longueur nulle, une longueur finie et même une aire finie non nulle. — M. **L. Libert** a observé les Léonides au Havre dans les nuits des 14-15 et 15-16 novembre. Il a aperçu 111 météores et enregistré 42 trajectoires; le radiant le plus important est ζ Lion.

2° Sciences physiques. — M. **G. Moreau** a constaté qu'au voisinage de la région d'ionisation, les mobilités des vapeurs chauffées sont du même ordre que celles des ions des gaz issus d'une flamme. — MM. **Ed. Sarasin**, **Th. Tommasina** et **F.-J. Micheli** ont reconnu qu'une relation très intime semble exister entre l'ionisation et la genèse de la radio-activité temporaire; ils pensent que ces deux phénomènes sont réversibles. — M. **A. Berthier** rappelle qu'il a indiqué, antérieurement à M. Ives, un procédé de stéréoscopie sans stéréoscope, basé sur l'interposition d'un écran formé d'un réseau ligné. — M. **A. Lodin** a étudié l'influence exercée par la dessiccation du vent sur la marche des hauts-fourneaux, et estime que l'économie de combustible réalisée aux Etats-Unis dans des circonstances particulières ne se reproduirait pas en Europe, où le vent est insufflé à des températures beaucoup plus hautes. — M **H. Le Chatelier**, étudiant la même question, montre que l'humidité de l'air est nuisible à la désulfuration de la fonte et que l'économie obtenue par l'emploi d'air sec provient surtout d'une meilleure désulfuration. — M. **de Forcrand**, envisageant la possibilité des réactions chimiques, estime qu'en pratique la règle thermodynamique ne peut être d'aucune utilité et que la règle thermochimique reste le seul critérium de possibilité des réactions chimiques. Quant à la prévision de ces réactions, le principe de la chaleur maximum est également inutilisable et le principe du travail maximum reste le seul fil conducteur. — M. **G.-E. Malfitano** propose de considérer la matière colloïdale comme constituant un système formé d'un électrolyte dissocié en ions et de molécules insolubles groupées autour de ces ions. — M. **E. Grimal** a étudié l'essence que l'on retire des loupes odorantes du *Thuya articulata* d'Algérie; elle contient du carvacrol, de la thymohydroquinone et de la thymoquinone. — MM. **E. Charabot** et **G. Laloue** ont constaté qu'à un gain d'huile essentielle réalisé par l'inflorescence, correspond une perte subie par les organes verts et inversement. — MM. **H. Labbé** et **E. Morchoisne** ont observé que, pour des ingestions qualitativement et quantitativement identiques, des sujets sains, de poids différent, de sexe différent et à des époques différentes, éliminent des quantités d'azote urinaire rigoureusement comparables. — M. **F. Wallerant** soutient, par de nouveaux exemples, l'hypothèse de l'individualité relative de la particule cristalline.

3° Sciences naturelles. — MM. **A. Desgrez** et **J. Adler** : Contribution à l'étude de la dyscrasie acide (voir p. 1104). — M. **R. Quinton** a constaté que l'anguille, portée progressivement ou brusquement de l'eau de mer dans l'eau douce, augmente de poids par absorption d'eau et dilue son milieu vital. Cette chute de la concentration saline coïncide avec un affaiblissement général organique. — M. **L. Boutan** a étudié le *Xylotrechus quadrupes*, coléoptère qui ravage les caféiers du Tonkin. Le ligottage des tiges est un bon procédé curatif; le maintien de ces tiges à l'état humide constituerait une bonne prévention. — M. **M. Molliard** a reconnu que les larves creusant des galeries à la base des tiges sont une des causes possibles d'atrophie des organes reproducteurs, accompagnée d'une virescence ou d'une prolifération de la fleur. — M. **A. Delebecque** a exploré les lacs du Grimsel et du massif du Saint-Gothard. L'un de ces derniers, le lac Ritom, paraît constitué par deux nappes superposées : celle d'en bas, riche en matières dissoutes (H^2S, sulfates), alimentée par des eaux souterraines; celle d'en haut, pauvre en matières dissoutes, alimentée par des torrents superficiels.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 15 Novembre 1904.

MM. **Barrier**, **E. Roux** et **E. Gley** présentent respectivement les Rapports sur les concours pour les prix Buisson, Audiffred et Herpin.

Séance du 22 Novembre 1904.

M. **Bureau** présente le Rapport sur le concours du prix Desportes.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 19 Novembre 1904.

M. **M. Mirande** a reconnu que le tégument des Arthropodes est doué d'une fonction importante comme organe producteur de sucre. — M. **F. Battelli** et Mlle **L. Stern** ont observé que l'hépato-catalase, injectée en grande quantité dans les veines, disparaît rapidement du sang; elle disparaît de même si on l'injecte sous la peau ou dans le péritoine. — M. **G. Marinesco** a constaté que le processus de réparation des neurofibrilles après les sections nerveuses est aussi long que celui de réintégration des éléments chromatophiles. — MM. **Em. Bourquelot** et **H. Hérissey** : Présence de la tréhalase dans les Champignons (voir p. 1102). — M. **F. Arloing** a reconnu que, malgré ses propriétés antitoxiques et neutralisantes vis-à-vis de la tuberculine, le sérum antituberculineux n'a aucune influence sur la marche de la température au cours de la tuberculose expérimentale. — M. **P. Remlinger** a observé que, chez le chien, l'inoculation sous-cutanée de virus rabique fixe demeure sans effet; les inoculations musculaire, veineuse, oculaire fournissent une grande proportion d'insuccès. — M. **A. Amato** a étudié les altérations fines et le processus de *restitutio ad integrum* de la cellule nerveuse dans l'anémie expérimentale. — M. **G. Froin** a constaté dans l'hématolyse l'existence d'une action nouvelle, l'antiglobulolyse, qui se manifeste lorsque l'hématome est trop concentré ou quand l'hématolyse est trop rapide. — M. **L. Maurel** a reconnu que la suppression de l'eau fait diminuer les urines, mais que l'organisme prend sur ses réserves pour arriver à éliminer une quantité d'urine qui se rapproche de la normale; cette diminution des réserves contribue, pour une large part, à la perte de poids observée dans le régime sec. — M. **A. Charlier** a constaté que la capacité pulmonaire est nettement diminuée chez les sujets tuberculeux. — MM. **A. Gilbert** et **J. Jomier** établissent, chez le chien et le lapin, la localisation de la graisse cellulaire hépatique autour des capillicules biliaires. — M. **G. Bohn** poursuit ses recherches relatives à l'influence des tropismes sur divers organismes. — M. **E. Fauré-Frémiet** étudie les phénomènes d'épuration nucléaire et de changement de milieu chez les Vorticellidées. — M. **E. Brumpt** considère les Glossines, non plus comme de simples agents mécaniques, mais comme des hôtes intermé-

diaires nécessaires dans la propagation des Trypanosomes. — MM. **Cl. Gautier** et **M. Cordier** ont observé la formation de méthémoglobine à la suite de l'addition de tanin à une solution d'hémoglobine. — MM. **E. Couvreur** et **Cl. Gautier** ont reconnu que les Reptiles n'ont pas de polypnée thermique au sens exact du mot. Les grenouilles en ont une, mais il reste à fixer si elle joue le même rôle que chez les Mammifères. — MM. **A. Desgrez** et **J. Ayrignac** : Elimination et déminéralisation dans les dermatoses (voir p. 1102). — M. **H. Dubuisson** poursuit l'étude de la résorption du vitellus dans le développement des vipères. — MM. **J. Voisin**, **R. Voisin** et **L. Krantz** ont observé, sous l'influence de la déchloruration, chez des épileptiques et des débiles arriérées, une diminution globale des éliminations urinaires, un abaissement du taux des échanges moléculaires et une augmentation de l'élimination des substances élaborées. — MM. **A. Desgrez** et **A. Zaky** : Influence des composés organiques phosphorés sur la nutrition (voir p. 1053). — MM. **L. Lortat-Jacob** et **G. Sabareanu** ont constaté que l'injection d'adrénaline dans les veines de lapins privés de corps thyroïde ne provoque pas la formation d'athérome.

Séance du 26 Novembre 1904.

MM. **Rappin** et **Blaizot** communiquent leurs premiers essais de sérothérapie antituberculeuse par le sérum d'animaux vaccinés. — MM. **A. Desgrez** et **J. Adler** ont observé que la dyscrasie artificielle produite par l'action prolongée de HCl injecté sous la peau du cobaye entraîne une diminution de l'élaboration azotée atteignant 20 % environ de sa valeur normale. — M. **P. Carnot** décrit une méthode clinique d'exploration stomacale après repas fictif. — M. **Ch. Lesieur** n'a constaté aucune leucocytose, ni aucune virulence dans le liquide céphalo-rachidien de divers rabiques. — M. **E. Maurel** résume ses expériences sur le régime sec. — MM. **Brissemoret** et **Ambard** ont reconnu que l'acidification de certains viscères, en particulier du foie, constitue un signe certain de mort. — M. **J. Bendersky** a recherché si l'on ne pourrait pas anesthésier les animaux qui sont sacrifiés pour l'alimentation. Le lapin, la poule, le chien sont anesthésiés complètement par l'inhalation de certains mélanges de CO^2 et d'O; le mouton, par contre, est asphyxié. — M. **P. Nobécourt** a observé que le séléniate de soude, introduit dans l'estomac du lapin mélangé de sulfate de soude à saturation, tue moins rapidement l'animal qu'en solution dans l'eau distillée. — M. **F. Ramond** a constaté que les variations de l'acidité du foie sont proportionnelles à l'activité lipasique et, peut-être, glycogénique de l'organe. — M. **E. Fauré-Frémiet** a étudié l'appareil fixateur des Discotriches et montre ses indications au point de vue de la phylogenèse. — M. **F. Battelli** et Mlle **L. Stern** ont reconnu que l'injection intra-veineuse, intra-péritonéale ou sous-cutanée de très grandes quantités d'hépato-catalase ne produit aucun effet appréciable sur l'organisme. — M. **V. Henri** poursuit l'exposé de la théorie générale de l'action des ferments solubles. — M. **A. Trillat** : Contribution à l'étude de la fumée de tabac (voir p. 1105) — M. **R. Quinton** a observé que l'Anguille possède dans les eaux douces un degré de concentration saline voisin de celui des Poissons téléostéens d'eau douce, dans les mers un degré voisin de celui des Téléostéens marins. — MM. **P. Jousset** et **Lefas** décrivent les lésions produites par l'ingestion stomacale de sérum d'anguille.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE MARSEILLE

Séance du 15 Novembre 1904.

M. **L. Bordas** donne la description des glandes mandibulaires de quelques larves de Lépidoptères. Elles sécrètent, en général, une huile à odeur forte et nauséabonde. — M. **A. Briot** a préparé des solutions de venin de Scolopendre, dont les effets sont en tous points comparables à ceux du venin de la Vive. — M. **J. Cotte** estime que la méthode de Hehner peut rendre de grands services dans le dosage de petites quantités d'alcool. — M. **Ch. Livon** confirme les conclusions de M. Nicolle, d'après lesquelles il est toujours bon, dans le diagnostic expérimental de la rage, de faire précéder les inoculations de contrôle d'une immersion des centres nerveux dans la glycérine stérilisée. — M. **L. Perdrix** a observé la transformation des lactates en butyrates sous l'influence du développement anaérobie du *Bacillus holobutyricus*. L'hydrogène naissant produit par le ferment vient en aide à la réaction : $7(C^3H^5O^3)^2Ca + 16H^2 = 5(C^4H^7O^2)^2Ca + 2CO^3Ca + 16H^2O$.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 18 Novembre 1904.

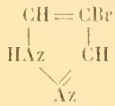
M. **Albert Jagot** présente un nouveau *baromètre enregistreur*. L'une des particularités essentielles de ce baromètre, c'est qu'il pourra être établi à un prix hors de proportion avec le prix le plus bas de ceux qui existent. Sa construction est, en effet, fort simple; il comporte un baromètre à mercure à siphon, différant peu du modèle ordinaire; l'appareil enregistreur consiste en une simple tige de fer portant un crayon et reposant sur le mercure; un tambour sur lequel est enroulé le papier et un fléau équilibré complètent le système. Le moteur est un mouvement de pendule à très bon marché, auquel il n'y a, sans le modifier, qu'à ajouter quatre engrenages d'un modèle courant. Les variations de hauteur du mercure sont enregistrées directement sans amplification. Le crayon n'est en contact avec le papier que pendant 3 minutes à peine, et il en reste écarté pendant 9 minutes environ, de manière à ne pas entraver les variations du mercure. De 12 en 12 minutes, la pointe du crayon se rapproche du papier avec percussion et la courbe est tracée par une suite de points qui forment à l'œil nu une ligne continue. — M. **J. Violle** fait connaître le procédé imaginé par M. **Ives** pour réaliser la *sensation du relief sans stéréoscope*. Devant sa plaque photographique, à l'intérieur de la chambre noire munie de deux objectifs convenablement agencés, il dispose un gril présentant 100 barres au pouce, soit à très peu près 4 barres au millimètre (les barres étant un peu plus larges que les vides), et il place ce gril à une distance telle que chaque bande étroite de la plaque, sur laquelle une barre projette son ombre relativement à la lumière venant de l'objectif de droite, reçoit au contraire librement les rayons venant de l'objectif de gauche et *vice versa*. Il se forme donc sur la plaque deux systèmes de hachures parallèles, très serrées : 8 hachures au millimètre, correspondant alternativement les unes à l'image donnée par l'objectif de droite, les autres à l'image donnée par l'objectif de gauche. Chaque système constitue une image nette, mais dont les traits sont, sur presque toute la surface, entrecroisés avec ceux de l'image sœur. Pour voir séparément chacune des images et la voir de l'œil seulement auquel elle est destinée, il suffit de regarder la photographie à travers un gril semblable à celui qui a servi à l'obtenir, en se plaçant de façon que ce gril cache à l'un des yeux les hachures d'un même ordre de parité, mais les laisse voir à l'autre et *vice versa*. L'interposition d'un gril, ou, comme disent les photographes, d'un réseau, déjà indiquée par M. A. Berthier (*Cosmos*, mai 1896) comme propre à donner le relief stéréoscopique, a été aussi utilement appliquée à la solution de plusieurs problèmes intéressants. M. **Javal** fait observer que, dans son *Manuel du Strabisme*, il a décrit un gril, qui lui sert à provoquer le rétablissement de la vision stéréoscopique chez les strabiques. — M. **Ch. Féry** présente un *étalon à acétylène*, dans lequel il a cherché à réaliser un appareil peu sensible aux variations de longueur de la flamme, dues aux variations possibles de pression du gaz qui l'alimente. Le gaz acétylène brûle à l'extrémité d'un tube de verre capillaire ou d'un bec en stéatite donnant une

flamme cylindrique, longue de 25mm à 30mm. L'image de cette flamme est faite en vraie grandeur par une première lentille sur une seconde lentille recouverte d'un écran percé d'une fente horizontale de largueur variable. La seconde lentille, ayant un foyer double de la première, donnerait l'image de cette dernière à l'infini. Le système fournit donc un faisceau conique de rayons ayant son sommet au centre optique de la seconde lentille et produisant un éclairement uniforme sur la surface du photomètre qui le reçoit. L'appareil est disposé de manière à utiliser la région de la flamme voisine du tiers de sa hauteur totale : c'est, en effet, à cet endroit qu'est situé le maximum d'éclat. On conçoit que, dans ces conditions, une variation de la flamme ne donne qu'une variation beaucoup plus faible du point ayant le maximum d'éclat, et ne produise en conséquence que des changements d'éclairement inappréciables sur l'écran photométrique. En réalité, si l'on trace la courbe des éclairements obtenus en fonction de la hauteur de la flamme, on voit que cette courbe passe par un maximum, au voisinage duquel l'appareil se montre peu sensible à cette cause de variation. On se sert d'un volet mobile, limitant la largeur de la fente qui couvre la seconde lentille, pour ajuster l'étalon, de manière à lui faire donner une fraction connue de carcel. Dans des limites assez étendues, l'intensité obtenue est à peu près proportionnelle à la largeur de la fente. Malgré la faible intensité lumineuse, l'étalon permet de réaliser des éclairements de l'ordre de la carcel-mètre.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 11 Novembre 1904.

M. **V. Auger** a obtenu des acides phosphiniques mono- et dialcoylés, ainsi que les oxydes des trialcoylphosphines correspondantes, par deux procédés nouveaux : 1° en faisant agir en tubes scellés les iodures alcoylés sur PCl^3 ou sur P^2I^4; 2° en traitant par les chlorures, bromures ou iodures alcoylés, les solutions rouge brun qu'on obtient en dissolvant le phosphore blanc dans la soude alcoolique, ou mieux dans l'alcoolate de sodium. — MM. **V. Auger** et **M. Billy** ont fait agir les solutions organo-magnésiennes bromométhyliques et éthyliques sur les chlorures de phosphore, d'arsenic et d'antimoine. Ils ont obtenu, avec PCl^3, des dérivés phosphorés renfermant 1, 2 et 3 molécules d'alcoyle. Avec $AsCl^3$, ils ont pu isoler un peu d'acide méthylarsinique et beaucoup d'oxyde de triéthylarsine. Avec $SbCl^3$, ils ont isolé un dérivé monoalcoylstibié, l'iodure d'éthylstibine. — M. Moureu présente un travail de M. **Dinesmann** ayant trait à l'action du chloral sur le benzène en présence du chlorure d'aluminium. Contrairement à ce que l'on devait attendre, il a obtenu le trichlorométhylphénylcarbinol $C^6H^5.CHOH.CCl^3$. Ce corps fond à 37° et bout à 145° (14 mm.). Son éther acétique fond à 87-87°,5. M. Alphonse Combes a aussi effectué la condensation du benzène avec le chloral par le chlorure d'aluminium. Il dit avoir obtenu un liquide huileux, auquel il attribua la formule d'un chlorhydrate dichlorophénylacétique $C^6H^5CCl^2CHO,HCl$. Or M. Dinesmann, ayant répété l'expérience en se plaçant exactement dans les mêmes conditions que Combes, a obtenu un produit renfermant au moins 75 % de trichlorométhylphénylcarbinol. Il est donc certain que, si le chlorhydrate de l'aldéhyde dichlorophénylacétique prend naissance dans cette réaction, ce ne serait jamais qu'en petite quantité. Le rôle du chlorure d'aluminium est donc ici différent de celui des réactions ordinaires de Friedel et Crafts. C'est une sorte de condensation aldolique entre un carbure et une aldéhyde, fait non encore signalé. Comme les corps de la forme $RCHOHCCl^3$ ont la propriété de se dédoubler en aldéhyde et chloroforme sous l'action des alcalis, on voit qu'il y a là une méthode nouvelle pour l'introduction du groupement aldéhydique dans les carbures aromatiques. — M. **A. Trillat**, en collaboration avec M. **Turchet**, a étudié une nouvelle méthode pour déceler et évaluer des traces d'ammoniaque. Cette méthode consiste à utiliser la réaction de l'iodure d'azote, qui communique à une solution ammoniacale, même à des doses excessivement diluées (1/200.000), une coloration noire intense. Le procédé revient à additionner l'eau à analyser d'une petite quantité d'iodure de potassium et de provoquer la formation de l'iodure d'azote par addition de quelques gouttes d'un hypochlorite comme l'eau de javel. En comparant les colorations avec des types de solutions ammoniacales, on arrive facilement à évaluer l'ammoniaque avec une approximation suffisante. Cette méthode présente plusieurs avantages sur l'emploi du réactif de Nessler par sa facilité d'exécution; en outre, elle se prête à la caractérisation de l'ammoniaque même en présence d'une matière albuminoïde. — M. **Trillat** présente ensuite une étude sur la présence normale de l'aldéhyde formique dans les produits de combustion et les fumées, et qui tend à démontrer que la présence de cette aldéhyde dans l'air n'est due qu'aux combustions. L'auteur, en outre, a étudié spécialement la production de l'aldéhyde formique dans les fumées de tabac et explique le rôle qu'elle peut y jouer. — M. **R. Lespieau**, ayant maintenu quelques heures au bain-marie de l'eau tenant en dissolution du chlorhydrate d'hydrazine, du carbonate de sodium et de la dialdéhyde malonique monobromée, a obtenu un bromopyrazol $C^3H^3BrAz^2$:



fondant à 96°, dont le nitrate fond à 184° avec dégagement de gaz. Ce pyrazol bromé s'isole par cristallisation dans l'eau, ou en le précipitant par le bichlorure de mercure; il est peu entraînable avec la vapeur d'eau. Ce corps est identique à celui obtenu par MM. Buchner et Fritsch dans l'action du brome sur le pyrazol, et dont la constitution se trouve dès lors établie par cette nouvelle synthèse.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 2 Juin (suite).

M. **Georges Senter** : *Etude sur l'action enzymatique. Effet des poisons sur la vitesse de décomposition du peroxyde d'hydrogène par l'hémase.* Dans un Mémoire précédent [1], l'auteur a recherché le rapport existant entre la rapidité de la réaction et la concentration du peroxyde et la quantité d'enzyme présente, ainsi que l'accélération causée par l'élévation de la température; ses résultats correspondent presque exactement à ceux obtenus par Bredig dans ses expériences sur la décomposition du peroxyde d'hydrogène par le platine colloïdal. Dans ce Mémoire-ci, partant de l'hypothèse que l'hémase est aussi un colloïde en solution, l'auteur suggère que la vitesse de réaction entre le catalyseur et le peroxyde d'hydrogène est grande en comparaison de la vitesse de diffusion du peroxyde aux particules colloïdales, de sorte que ce qu'on mesure est réellement une vitesse de diffusion. Cette hypothèse expliquera les résultats analogues obtenus avec le platine et l'hémase, puisque la nature du catalyseur serait d'importance secondaire. La catalyse par l'hémase du peroxyde d'hydrogène comme la catalyse par le platine est retardée par la présence de petites quantités d'un grand nombre de substances, plus spécialement par celles qui agissent comme poisons vis-à-vis de l'organisme vivant. Ainsi, le chlorure de mercure, l'hydrogène sulfuré, l'acide cyanhydrique, à une concentration de une molécule-gramme dans un million de litres, réduisent la vitesse de réaction à la

[1] *Zeit. physikal. Chemie*, t. XLIV, p. 257, 1903.

moitié de sa valeur; ce sont justement ces substances qui ont le plus grand effet retardant sur la catalyse par le platine. L'iode, le cyanure de mercure et l'aniline ont un effet moindre. L'acide arsénieux, le fluorure de sodium et le formaldéhyde ne retardent pas beaucoup la catalyse; quoique étant des antiseptiques puissants, ils ont peu d'effet sur les actions enzymatiques en général. L'oxyde de carbone, qui est un poison violent pour la catalyse du platine, n'affecte pas l'hémase. L'hémase, comme d'autres enzymes, mais pas comme le platine, est très sensible à des quantités même infimes d'acides et d'alcalis. L'effet retardant des acides est, dans la plupart des cas, proportionnel à la concentration des ions hydrogènes, autrement dit, à la force de l'acide. L'auteur discute dans ce Mémoire les moyens d'action des poisons, et il suggère l'idée que, dans un grand nombre de cas, ils entrent en combinaison chimique avec l'enzyme.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 11 Novembre 1904.

M. T. R. Hyle a étudié les variations de l'hystérésis magnétique avec la fréquence. Les expériences ont été faites sur deux anneaux de fer recuit laminé, magnétisés par des courants alternatifs de tensions et de périodes différentes. L'auteur trouve que, lorsque le courant magnétisant est à peu près sinusoïdal, la perte totale du fer I est, entre certaines limites d'induction, égale à $(a+bn)\,B^{1,57}$, où n est le nombre de périodes par seconde, B l'induction effective, et a et b des constantes. Quand, de la perte totale du fer par c.c. et par cycle, on soustrait la somme de l'hystérèse statique et la valeur que la théorie assigne à la perte par courant tourbillonnant, il reste une quantité considérable, qui augmente à la fois avec la fréquence et la densité de flux : c'est l'hystérèse cinétique de Fleming. — **M. G. B. Dyke** indique une méthode pratique pour la détermination du pouvoir sphérique moyen en bougies des lampes à incandescence et à arc. L'auteur obtient d'abord des courbes montrant les variations du pouvoir lumineux des lampes à incandescence dans un plan horizontal; puis il cherche des facteurs de réduction permettant de calculer le pouvoir lumineux moyen horizontal au moyen du pouvoir maximum; enfin, au moyen d'un photomètre intégrant, il détermine le rapport entre le pouvoir sphérique et le pouvoir horizontal. — **M. R. W. Paul** présente quelques nouveaux instruments de physique.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Communications reçues pendant les vacances (suite).

M. Th. Sl. Price et **J. A. N. Friend** ont constaté que les solutions de H^2O^2 et d'acide persulfurique de Caro, qui n'ont pas d'action l'une sur l'autre dans les conditions ordinaires, réagissent, au contraire, en présence de platine colloïdal avec mise en liberté d'oxygène, d'après l'équation : $H^2SO^5 + H^2O^2 = H^2SO^4 + H^2O + O^2$. — **M. A. W. Titherley** a obtenu la conversion des amides primaires en secondaires, et des amides secondaires en tertiaires, en remplaçant par le sodium un atome d'H du groupe $CO.AzH^2$ ou $CO.AzH.CO$, puis en faisant réagir la sodamide sur les chlorures ou, mieux, les anhydrides d'acides. Toutefois, dans certains cas, la réaction n'est pas normale. — **M. J. H. Pollok**, en faisant l'analyse du beryl, a reconnu que ce minéral contient un nouvel élément, ayant en général les propriétés chimiques du glucinium, mais un poids atomique supérieur. Son chlorure est plus volatil et plus facile à obtenir que celui de Gl, et l'oxyde n'est pas aussi bien précipité d'une solution fluorhydrique par KHF^2.

Séance du 3 Novembre 1904.

MM. R. S. Morrell et **E. K. Hanson** ont observé que le point de congélation de l'acide β-crotonique s'abaisse de 14°96 à — 1°1, puis s'élève à 43°9, lorsqu'on lui ajoute graduellement de l'acide α jusqu'à ce que le mélange contienne 30,8 °/₀ d'acide β. Par chauffage entre 100° et 168°, l'acide β se transforme dans l'acide α; à 168°, il y a 76 °/₀ d'acide α et 24 °/₀ β. — **M. O. Silberrad** a cherché à déterminer la formule du iodure d'azote en le faisant réagir sur le zinc-éthyle; on obtient des paraffines volatiles avec un composé blanc amorphe, donnant AzH^3 et de la triéthylamine par traitement avec HCl dilué et distillation avec KOH. L'auteur conclut que la formule du iodure d'azote est $AzH^3:AzI^3$ et que la réaction est représentée par les équations : $AzH^3:AzI^3 + 3Zn(C^2H^5)^2 = 3Zn(C^2H^5)I + AzH^3 + Az(C^2H^5)^3$ et $2AzH^3 + Zn(C^2H^5)^2 = Zn(AzH^2)^2 + 2C^2H^6$. — **M. H. Ingle** a constaté que l'extraction avec une solution d'acide citrique à 1 °/₀ pendant sept jours rend un sol moins fertile au commencement; mais les modifications chimiques de ce sol pendant la croissance des plantes le rendent graduellement capable de nourrir celles-ci. — **MM. J. B. Cohen** et **J. Gatecliff** ont remarqué, en extrayant avec de l'éther les produits de l'oxydation des toluènes par l'acide nitrique, la formation d'un liquide jaune, qu'ils ont été amenés à considérer comme un produit d'addition d'éther et d'acide nitrique $(C^2H^5)^2O.HAzO^3$. Des expériences directes permettent de confirmer l'existence de ce composé, et celle, très probable, du composé $(C^3H^7)^2O.HAzO^3$. — **M. E. A. Werner**, en faisant réagir la formaldéhyde sur l'acétone en présence d'un peu d'alcali, a obtenu un produit jaune-orange, de formule $C^4H^8O^4$, soluble dans l'alcool, l'acétone, l'acide acétique glacial, d'où il est reprécipité par l'eau. Sa constitution n'a pu encore être établie. — **M. J. W. Mellor** a reconnu que la vitesse suivant laquelle le chlore actif retourne à l'état ordinaire est donnée par la loi exponentielle $x = x_0 e^{-\alpha t}$, où x est l'activité au temps t, α et x_0 des constantes. — **Mlle E. G. Willcock** a étudié l'influence de divers sels sur l'oxydation du gaïac par H^2O^2 en déterminant le temps nécessaire pour la production d'une teinte bleue type dans des conditions déterminées. Les résultats montrent : 1° que l'influence du sel dépend de la nature de l'anion; 2° que les sels halogénés comme groupe accélèrent l'oxydation. — **M. J. A. N. Friend** montre que, dans la détermination de H^2O^2 par le permanganate, le persulfate formé réagit sur l'eau oxygénée suivant l'équation : $H^2O^2 + K^2S^2O^8 = K^2SO^4 + H^2SO^4 + O^2$. — **M. W. A. Caldecott** a constaté que la vitesse de dissolution de l'or par le cyanure de potassium est de 43 °/₀ plus forte dans une bouteille claire que dans une bouteille noircie, quoique la température de la solution soit de 3°,8 plus basse dans le premier cas. Ce fait serait dû à la mise en liberté d'une plus grande quantité de cyanogène à l'état naissant en plein soleil. — **M. H. D. Dakin**, en soumettant l'acide amygdalinique à l'hydrolyse fractionnée, a reconnu que l'acide mandélique d'abord mis en liberté est fortement dextrogyre, tandis que celui qu'on recueille à la fin de la réaction est lévogyre. Le même auteur a isolé une isoamygdaline partiellement racémique cristallisée, obtenue par action limitée de la baryte sur l'amygdaline; par hydrolyse, elle donne de l'acide mandélique dextrogyre. — **MM. S. S. Pickles** et **Ch. Weizmann**, en faisant réagir l'anhydride phtalique sur le bromure d'α-naphtylmagnésium, ont obtenu un produit d'addition qui, hydrolysé par l'eau et les acides, donne finalement l'acide α-naphtoyl-*o*-benzoïque $CO^2H.C^6H^4.CO.C^{10}H^{17}$; ce dernier, traité par l'acide sulfurique concentré, se transforme en naphtanthraquinone. — **MM. W. A. Bone** et **R. V. Wheeler** considèrent la combustion de l'éthylène comme étant essentiellement un processus d'hydroxylation, c'est-à-dire que l'oxygène entre d'abord dans l'hydrocarbure et se distribue entre le C et l'H en donnant naissance à des molécules hydroxylées, qui, tôt ou tard, suivant la vitesse du processus, subissent la décomposition thermique en produits plus simples (CO, CO^2 et H^2O), avec formation intermédiaire de formaldéhyde. — **M. Ch. Ed. Fawsitt** a étudié la décomposition de la

méthylcarbamide par les acides et l'explique par une transformation préliminaire de ce corps en cyanate de méthylamine, qui est ensuite décomposé. — MM. **P. F. Frankland** et **J. Harger** ont préparé les éthers méthyliques et éthyliques des acides di-*o*-, *m*-et *p*-nitrobenzoyltartriques. Ces six corps sont fortement lévogyres. — MM. **F. E. Francis** et **O. C. M. Davis**, par l'action du sulfure d'azote sur l'aldéhyde anisique, ont obtenu la tri-*p*-méthoxycyanidine et le sulfate d'anisamidine. — MM. **F. R. Japp** et **W. Maitland**, en réduisant l'α-β-diméthylanhydracétonebenzile par HI fumant, ont obtenu un dérivé de la cyclopenténone, qui est réduit ultérieurement dans la cyclopentanone correspondante. — Les mêmes auteurs, par l'action de la phénylhydrazine sur le phénylglycidate de soude, ont obtenu la 4-hydroxy-1:5-diphényl-3-pyrazolidone, F. 173°,5, qui donne par déshydratation la 1:5-diphényl-3-pyrazolone, F. 252°. — Enfin, les mêmes auteurs ont préparé l'α-benzoyl-β-triméthacétylstyrène, F. 115°, par l'action de KOH sur un mélange de benzyle et de méthyltertiobutylcétone. — M. **S. Ruheman** a étudié l'action de KCAz sur la benzylidène-acétylacétone et le benzylidène-acétoacétate d'éthyle, et a obtenu, dans le premier cas, la cyanobenzylacétylacétone, F. 127°-128°, et dans l'autre le cyanobenzylacétoacétate d'éthyle, dont il a préparé les produits d'hydrolyse. — M. **H. R. Le Sueur**, par l'action de KOH sur l'acide α-bromostéarique, a obtenu un acide Δα-oléique $C^{18}H^{34}.CH:CH.CO^2H$, cristallisant en aiguilles fondant à 58°-59°. — M. **M. O. Forster** a fait réagir les halogénures d'alkylmagnésium sur certains dérivés du camphre; cette action n'est pas toujours normale. — M. **F.-D. Chattaway**, en traitant les sulfonalkylamides par une solution d'acide hypochloreux, a obtenu les chloramides correspondantes : $RSO^2.AzHR' + HOCl = RSO^2.AzClR' + H^2O$. Celles qui contiennent les groupes méthyle et éthyle sont relativement stables, tandis que celles qui renferment le groupe benzyle subissent une décomposition spontanée au bout de quelques heures.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE LONDRES

Séance du 7 Novembre 1904.

M. **J. F. Moulton** fait une conférence sur « la direction de l'invention dans l'industrie chimique ».

SECTION DE NEW-YORK

Séance du 21 Octobre 1904.

M. **R. W. Moore** fait une conférence sur « la Chimie dans l'Administration des Douanes ». — M. **M. J. Lane** a déterminé les constantes de l'huile de coco. L'indice d'iode trouvé par la méthode de Hübl est de 8,08, par la méthode de Hanus de 7,68 et par celle de Wijs de 7,94.

SECTION DE NOTTINGHAM

Séance du 24 Octobre 1904.

MM. **J. T. Wood** et **S. R. Trotman** ont étudié le procédé de détermination du tanin basé sur l'emploi de la *colline*, qui serait une forme pure de collagène, presque entièrement débarrassée de chaux. Pour eux, un corps employé à la séparation du tanin d'autres substances doit précipiter le tanin seul et se combiner avec lui en proportions définies, ce qui n'est pas le cas pour la colline, qui précipite seulement l'acide gallotannique et non en proportions définies. D'autre part, il doit être facile à préparer à l'état pur, ce qui n'est pas le cas non plus. — MM. **S. R. Trotman** et **J. E. Hackford**, pour différencier les diverses formes d'azote contenues dans la colle forte, ont recours aux trois méthodes suivantes : 1° détermination de l'azote par la méthode de Kjeldahl; 2° détermination des albumoses par dosage de l'azote dans le précipité formé par le sulfate de zinc; 3° détermination des corps azotés inférieurs : *a*) soit par précipitation par le brome, *b*) soit en prenant la différence entre le chiffre des albumoses et celui de la gélatine totale déterminés précédemment.

SECTION DU YORKSHIRE

Séance du 31 Octobre 1904.

M. **H.-R. Procter** fait une conférence sur « l'Université et la Technologie ». Il examine la question de l'enseignement technique dans les Universités et la possibilité de faire poursuivre, dans les laboratoires universitaires, l'étude des procédés industriels par des savants compétents.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Séances des 21 Septembre et 14 Octobre 1904.

M. **M. Reinganum** présente une communication sur le calcul du volume moléculaire des sels halogénés au moyen des volumes atomiques de leurs composants. On sait que, dans les sels d'une constitution analogue, et notamment dans les composés halogénés des métaux alcalins et du groupe du calcium, les volumes moléculaires se comportent souvent de façon additive. Comme, cependant, dans la combinaison, il se produit des diminutions de volume extrêmement grandes, les chiffres correspondant aux différents composants sont loin d'être identiques aux volumes atomiques de l'élément à l'état solide; mais ils sont, paraît-il, proportionnels aux carrés des volumes atomiques de l'élément à l'état libre. En désignant par M le volume moléculaire et par A_{Me} et A_{Hal} respectivement les volumes atomiques du métal et de l'halogène, à l'état d'éléments solides, on trouve la formule suivante des volumes moléculaires :

$$M = k_1 A^2_{Me} + k_2 A^2_{Hal}.$$

Le coefficient k_1, identique pour les deux groupes de métaux, se trouve être égal à 0,010, alors que la valeur la plus favorable de k_2 est 0,052. Dans les composés du groupe du calcium, renfermant deux atomes d'halogène, le second terme de la formule doit être compté double, les deux atomes d'halogène occupant sensiblement le même espace dans ces composés. Voici le tableau que donne l'auteur pour montrer l'accord entre l'expérience et le calcul; cet accord correspond à peu près aux limites dans lesquelles est vraie l'additivité du volume moléculaire, base de la formule :

	M calculé	M observé		M calculé	M observé
LiF . . .	10,6	10,0	RbI . . .	65,7	70,2
LiCl. . .	23,2	20,9	CaF^2. . .	24,9	24,8
NaF. . .	14,8	13,2	$CaCl^2$ . .	50,2	50,0
NaCl . .	27,4	27,2	$CaBr^2$ . .	61,5	60,2
NaBr . .	33,1	34,2	$SrCl^2$. . .	55,6	51,9
NaI . . .	39,7	42,2	$SrBr^2$.	66,9	62,5
KF . . .	29,4	23,4	SrI^2 . . .	80,0	77,3
KCl . . .	42,0	37,7	BaF^2. . .	31,8	36,3
KBr . . .	47,7	44,2	$BaCl^2$ . .	57,1	54,1
KI. . . .	54,3	54,1	$BaBr^2$ . .	68,5	70,3
RbCl. . .	53,4	54,7	BaI^2. . .	81,7	79,5
RbBr . .	59,1	59,5			

— M. **L. Graetz** donne une démonstration pratique des effets photographiques dus au peroxyde d'hydrogène. Comme ces effets traversent une série de substances solides et liquides et même les métaux, il convient de les considérer comme phénomènes de rayonnement. D'autre part, on réussit à photographier par leur moyen les objets ne se trouvant point entre la source de rayonnement et la plaque photographique, phénomène qu'on ne retrouve dans aucune autre espèce de radiation et que l'auteur désigne sous le nom de « reproduction rétrograde ». Alors qu'à première vue, tout porte à croire que ce sont les vapeurs de H^2O^2 qui exercent ces effets, cette hypothèse est en contradic-

tion ouverte avec leur passage à travers les corps solides et notamment les métaux. D'autre part, en soufflant sur les vapeurs, on ne fait point disparaître les phénomènes en question. Des expériences spéciales font voir que d'autres hypothèses, d'après lesquelles ces effets seraient dus à l'hydrogène, l'oxygène, l'ozone ou l'hydroxyle, sont également inadmissibles. On constate des différences de coloration des plaques photographiques, différences dues, paraît-il, à celles de la température. Il est même possible de constater ainsi de minimes différences de température de 1 50°. C'est non pas la température absolue, mais les conditions de température du milieu ambiant, ou plus exactement la chute de température, qui déterminent les nuances des images photographiques. On constate encore « un effet aux bords », les images claires étant plus sombres et les images noires plus claires au milieu qu'aux bords. Des mesures thermoélectriques font voir que c'est encore à des différences de température minimes qu'il faut attribuer ces différences de coloration. Il est possible que l'ensemble de ces phénomènes soit dû à des électrons, mais l'auteur n'est pas encore en mesure de trancher cette intéressante question.

Séance du 28 *Octobre* 1904.

M. E. Goldstein présente une communication sur les phénomènes spectroscopiques et autres, caractérisant les décharges électriques et notamment les décharges d'une bobine d'induction au sein de l'azote, à quelques centimètres de pression, dans des vases assez larges (d'un diamètre de 2,5 à 3,5 cm.), qu'on refroidit dans l'air liquide. La lumière anodique (positive) de la décharge, dans les tubes non refroidis, n'est autre qu'une bande étroite de quelques centimètres de longueur et d'une couleur jaune (rougeâtre dans le cas de très petites additions de vapeur d'eau ou d'oxygène libre), alors que cette bande lumineuse se prolonge considérablement, jusqu'à toucher presque la cathode, aussitôt que le tube de décharge est plongé dans l'air liquide; en même temps, la couleur varie graduellement, prenant enfin une nuance jaune verdâtre. La bande lumineuse se transforme finalement en une colonne lumineuse épaisse, remplissant presque la totalité de l'intervalle entre l'anode et la cathode. Alors que, dans les tubes non refroidis, le spectre de la luminescence est identique à celui de l'azote, celui de la luminescence transformée par immersion dans l'air liquide ne contient que les bandes caractéristiques de l'azote depuis le rouge au jaune et à la moitié du vert. Dans le reste du spectre, il se présente une quantité de bandes nouvelles. Or, l'auteur incline à croire que c'est là le spectre de l'azote pur, libéré des dernières traces d'oxygène sous l'influence de la basse température. L'auteur signale les relations intimes qui existent entre la colonne lumineuse des tubes refroidis et certaines modifications de décharge caractéristiques. On constate dans ces spectres, en dehors des bandes constantes, la présence de lignes bien définies et qu'on trouve appartenir au spectre du métal dont est fait la cathode, ce métal étant vaporisé dans la lumière cathodique. Cette vaporisation a lieu même dans le cas des métaux peu volatils, tels que le platine et l'iridium; c'est là un procédé nouveau pour obtenir les spectres des métaux lourds d'une façon commode et rapide et avec une intensité considérable.

ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 3 *Novembre* 1904.

1° SCIENCES PHYSIQUES. — **M. K. Przibram** a déterminé pour 35 liquides organiques purs la longueur maximum d'étincelle entre une pointe et une plaque placées dans le liquide pour les deux directions inverses du courant. Dans une série homologue, il y a, en général, augmentation de la résistance au passage de l'étincelle électrique avec le poids moléculaire. — **M. L. Boltzmann** décrit une amélioration apportée par lui à l'électroscope d'Exner. — **M. F. Henrich** a étudié les sources thermales de Wiesbaden au point de vue de leur radio-activité. Le gaz qui s'en dégage contient H^2S, CO^2, O, Az, de l'argon et de l'émanation radioactive; après avoir éloigné les deux premiers, puis la plus grande partie de O et Az par passage sur Mg et CaO incandescents, le résidu devient très fortement radioactif. On retrouve la même émanation dans l'eau et dans les boues. Mais, tandis que le gaz et l'eau perdent assez rapidement leur radio-activité, les boues la conservent pendant fort longtemps. — **M. K. Kaas** montre que l'α-isopseudocinchonine est une base secondaire, avec un groupe cétonique, comme la cinchonicine. Elle renferme également un groupe non saturé, probablement un groupe vinylique.

2° SCIENCES NATURELLES. — **M. A. Nestler** décrit un phénomène de symbiose d'un champignon avec l'ivraie. Tous les plants et les fruits observés de *Lolium temulentum* présentent ce champignon caractéristique; dans les fructifications stériles, on en retrouve même les hyphes. Ces hyphes n'ont donné aucun développement sur divers milieux essayés. — **M. K. Schnarf** : Contribution à l'étude de la structure des parois des sporanges des Polypodiacées et des Cyathéacées et son importance systématique. — **M. J. Dörfler** expose les principaux résultats de ses explorations botaniques en Crète. — **MM. J. Step et F. Becke** ont étudié les conditions de gisement de la pechblende uranifère à Saint-Joachimstahl. Le minerai est toujours associé au quartz et à la dolomite. Il est plus jeune que les minerais de cobalt, nickel et bismuth, mais plus vieux que la plupart des sulfures, en particulier ceux d'argent. Le minerai est plus riche dans les parties droites des filons. Il paraît avoir été précipité de solutions amenant l'urane des profondeurs.

Séance du 10 *Novembre* 1904.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **MM. N. Herz et S. Oppenheim** communiquent leurs observations de zones des étoiles dans la zone allant de − 6° à − 10°, faites au cercle méridien de l'Observatoire von Kuffner, à Vienne, de 1889 à 1891. 14.141 positions simples ont été déterminées, et la plupart sont déjà réduites.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — **M. G. Jäger** montre que la loi de répartition des vitesses des molécules gazeuses de Maxwell-Boltzmann, établie pour un espace infini, est aussi valable pour de petits espaces, dans lesquels les forces extérieures font sentir leur action. — **M. W. Morawetz** a étudié la condensation de la méthyléthylacroléine avec l'aldéhyde isobutyrique. Sous l'influence de KOH alcoolique, il se forme un aldol $CH^3.CH^2.CH : C(CH^3).CH(OH).C(CH^3)^2.CHO$, Eb. 130°-140° sous 11 mm. L'oxydation par Ag^2O conduit à l'oxy-acide correspondant.

3° SCIENCES NATURELLES. — **M. L. R. von Portheim** montre que l'inclinaison des fleurs provient dans beaucoup de cas de l'incurvation due au poids (*Convallaria majalis*), mais que, dans d'autres cas, elle est due à l'action combinée de la pesanteur, de l'épinastie et du géotropisme négatif (*Lilium candidum*). — **M. A. Nalepa** poursuit ses recherches sur les champignons des galles par l'étude du *Phyllocoptes azaleae*.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette

15e ANNÉE N° 24 30 DÉCEMBRE 1904

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Astronomie

Maxima et minima d'activité solaire. — Utilisant les travaux de R. Wolf et de A. Wolfer, M. Angot a repris l'étude de la relation qui peut exister entre les minima et les maxima des taches solaires : le minimum élevé entraîne un maximum consécutif également élevé et inversement. Ainsi, quand on a observé un minimum de taches solaires, il serait possible de prévoir l'allure du maximum suivant avec un assez grand degré de probabilité; en particulier, le dernier minimum de 1901 a été très faible, et, si la relation basée sur 150 années d'observations continue à se vérifier, le maximum de 1905 doit être assez faible aussi, en sorte que le nombre relatif des taches n'y dépasserait pas 70 ou 80.

Les observations de 1905 seront donc un critérium redoutable : en effet, divers auteurs admettent l'existence d'une période secondaire de 33 à 35 ans. Or, les maxima de 1837 et 1870 donnent raison à cette hypothèse, contredite d'ailleurs pour 1904.

1905 sera-t-il donc riche ou pauvre, vérifiant la deuxième ou, plus probablement, la première hypothèse ?

§ 2. — Météorologie

La mesure de la rosée. — La mesure de la rosée a toujours présenté des difficultés, parce que aucun drosomètre ne s'est imposé dans l'usage universel et que les résultats obtenus par différentes méthodes ne sont ni précis, ni satisfaisants, ni comparables entre eux. M. Ferb, attaché à la Station d'expériences agricoles de Peterhof-Kurland, a imaginé un nouveau genre de drosomètre, qu'il trouve très bon : il se compose essentiellement d'un morceau de papier ayant subi une préparation spéciale, exposé sur une boîte qui repose sur le sol pendant la nuit; la quantité de rosée est indiquée par la décoloration du papier, une échelle de teintes ayant été déterminée expérimentalement. Le registre d'observation donne la quantité de rosée formée pendant la nuit d'après la décoloration du papier.

On se sert constamment de trois sortes de papiers, l'une pour les faibles rosées, les deux autres pour les grandes et très fortes rosées, et il est bon, naturellement, d'exposer toujours simultanément deux sortes de papiers, choisies suivant la saison, de façon que, si la quantité de rosée est trop grande pour être indiquée par la feuille la plus faible, elle le puisse être du moins exactement par l'autre [1].

Maximum thermométrique d'avril. — Il y a seize ans déjà, M. A. Lancaster indiquait [2] que le 15 avril est une date caractéristique dans la marche annuelle de la température; il y a fréquemment, à cette époque, un réchauffement notable de l'air, et ce phénomène marque, en quelque sorte, le passage de l'hiver à l'été : c'est comme une prise de possession de celui-ci. Du 14 au 15, la température moyenne normale fait un saut de 0°,8, ce qui constitue, durant toute l'année, la plus grande hausse d'un jour au suivant. La vague thermique du milieu d'avril est donc, comme on voit, un fait climatologique très remarquable sur lequel on n'avait point, jusqu'alors, appelé l'attention. Cette année, à Uccle, le même auteur [3] a pu observer une hausse thermométrique plus extraordinaire encore qu'en 1888, et le même phénomène s'est répercuté dans nombre de stations, notamment Ostende, Uccle, Maeseyck, Liége, Spa, etc. Le maximum du 15 avril atteint 28°,8, tandis qu'avant 1904 il n'avait pas dépassé 22°,0; et le minimum du 15 a été non moins remarquable que le maximum du même jour, avec une chaleur nocturne inusitée en avril et réservée aux mois les plus chauds, atteignant jusqu'à 14°,7 à Uccle.

Fait remarquable, cette poussée de chaleur ne fut pas suivie de manifestations orageuses en Belgique.

Voilà, certes, un phénomène curieux à élucider. Sur quelle surface s'étend-il nettement ? D'où provient-il ? Autant d'importantes questions à étudier.

§ 3. — Art de l'Ingénieur

L'industrie du Corindon comme matière usante. — Depuis la plus haute antiquité, le corindon, ou alumine naturelle cristallisée, est connu pour sa

[1] D'après *Ciel et Terre*, t. XXV, p. 222.
[2] *Ciel et Terre*, t. IX, p. 138.
[3] *Ibid.*, XXV, p. 91.

dureté; ce n'est, cependant, que dans ces tout dernières années qu'on a commencé à l'employer en quantités notables comme matière usante ou, suivant l'expression anglaise, comme « abrasif ». Cette industrie, qui a pris naissance en Amérique, n'est encore que peu connue en Europe; en France, nous ne croyons pas qu'elle ait déjà été signalée. A cause de sa nouveauté et de l'influence qu'elle peut avoir sur le marché des abrasifs, il nous a paru intéressant d'en dire ici quelques mots.

C'est l'émeri qui, jusqu'à nos jours, a été la matière la plus généralement employée pour le polissage des corps durs [1]. Nous savons que c'est une roche composée essentiellement d'un agrégat microscopique de corindon et de magnétite; à Naxos et à Aïdin, en Asie Mineure, ses principaux gisements, elle se trouve en lentilles au milieu des calcaires et des schistes cristallins. On la broie et l'emploie ensuite sous la forme de poudre, de papier enduit, ou de meules. Dans les meilleures qualités commerciales, sa teneur en corindon ne dépasse guère 30 à 40 %. C'est à ce dernier minéral seul que l'émeri doit sa capacité « coupante »; l'oxyde de fer et les autres minéraux accessoires ne sont que des témoins inutiles.

On conçoit donc tout l'intérêt qu'il y avait à rechercher un produit pur contenant exclusivement du corindon. Malheureusement, pendant longtemps, c'est seulement dans l'émeri que ce corps était trouvé en assez grandes quantités, et, à cause de son état de finesse, il ne fallait pas songer à le séparer des autres éléments. Ailleurs, le corindon n'était guère rencontré que comme élément accidentel de quelques rares roches éruptives ou métamorphiques, dont quelques-unes constituent — elles ou leurs sables — les gisements célèbres des variétés précieuses : rubis saphir, améthyste orientale, topaze orientale, de Ceylan, des Indes, de Birmanie, etc.

Cependant, dans les vieilles collections de minéraux, on connaissait depuis longtemps des échantillons de gros cristaux de corindon englobés dans une substance feldspathique; ces associations étaient considérées comme des accidents minéralogiques et rangées comme telles dans les anciennes classifications. Ce sont précisément ces roches éruptives, dont le corindon est l'un des éléments essentiels, qui constituent le gisement de la totalité de ce minéral employé aujourd'hui comme abrasif.

Dans ces dernières années, en effet, les recherches des géologues ont montré la grande diffusion de ces roches, et même, en certains points, leur présence en masses relativement importantes; en même temps, de nombreux pétrographes en ont étudié le mode de gisement, la nature et les affinités. Envisagées autrefois comme aberrantes au milieu des autres roches, ces roches éruptives à corindon sont maintenant regardées comme aussi peu extraordinaires que les roches éruptives à quartz, si répandues dans la Nature. Bien plus, il a été démontré que l'alumine des unes joue un rôle absolument comparable à celui de la silice chez les autres, et que la famille des roches à alumine libre possède un développement parallèle à celui de la famille des roches à silice libre.

Le corindon est extrait principalement des syénites et des anorthosites à corindon; on peut considérer ces roches comme des granites et des diorites ou gabbros quartzifères, dans lesquels le quartz aurait été remplacé par du corindon.

En particulier, ces syénites forment au Canada, dans l'est de la province d'Ontario, de nombreux petits massifs et filons dans les gneiss. Quelques-uns de ces gisements, dans lesquels le corindon se présente en cristaux atteignant parfois un décimètre cube, sont, depuis l'année 1900, très activement exploités. Après broyage de la roche, le corindon est mécaniquement séparé des autres minéraux et livré au commerce en grains ou poudres qui ne contiennent pas plus de 2 à 5 % d'impuretés.

Les autres pays producteurs, les Etats-Unis et les Indes, qui avaient fourni, en 1898, le premier jusqu'à 786 tonnes et le second jusqu'à 386 tonnes, ont eu une production presque nulle en 1903. Au contraire, le Canada, de 351 tonnes en 1901 et de 697 tonnes en 1902, est passé en 1903 à 1.000 tonnes, qui représentent une valeur de 440.000 francs. Dans les premiers mois de cette année-ci, le *Canada Corundum C° Limited* a commencé à faire fonctionner une usine dont la production s'élèvera à 8.000 tonnes par an et, si besoin est, sera susceptible, par la suite, d'être doublée.

A. de Romeu,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

[1] Nous ne voulons parler que des abrasifs naturels, passant sous silence les produits tels que le carborundum, le corindon et le rubis artificiels, etc.

§ 4. — Physique

Détecteur électrolytique des ondes hertziennes. — M. Fessenden et M. Schlömilch ont observé récemment le fait curieux d'une diminution importante de la résistance électrique présentée par une mince couche de gaz électrolytique déposée sur une électrode, au moment où le circuit est parcouru par une onde électrique. Le phénomène semble présenter une intime analogie avec celui qu'offre le cohéreur solide; toutefois, l'appareil est sensiblement différent du détecteur ordinaire, en ce sens que l'électrolyse qui se poursuit ramène très rapidement à l'état initial.

MM. V. Rothmund et A. Lessing, de Prague, viennent de consacrer à cet appareil une intéressante étude, de laquelle il ressort, entre autres faits nouveaux, que la sensibilité de l'instrument est, en première approximation, proportionnelle à la conductivité de l'électrolyte; ainsi, pour l'acide sulfurique dilué, le maximum de sensibilité est obtenu pour la concentration de 30 %.

L'appareil ne fonctionne dans de bonnes conditions que lorsque l'une des électrodes présente une très petite surface. Le phénomène se produit quelle que soit celle des électrodes qui fonctionne, mais il est plus intense pour l'anode active.

En même temps qu'une augmentation de l'intensité du courant, on observe une diminution du potentiel aux bornes, ce qui indique une diminution de la polarisation par le passage de l'onde. C'est aussi la conclusion à laquelle se rallient les auteurs de ce travail.

L'influence des phénomènes psychiques et physiologiques sur la conductivité électrique du corps humain. — On s'est autrefois couramment servi de la conductivité du corps humain pour déterminer l'état sain ou morbide de ce dernier. A mesure, cependant, qu'on s'est aperçu des grandes difficultés qui s'opposent à une mesure exacte de ce facteur et des grandes variations auxquelles il est sujet, cette habitude a été graduellement abandonnée.

Or, à propos de ses recherches relatives à une influence possible des champs magnétiques alternatifs sur la conductivité électrique du corps humain, M. E.-K. Müller [1] vient de reconnaître tout le parti qu'on pourrait retirer de mesures pareilles, en vue de déterminer les conditions physiologiques et psychologiques d'un individu donné.

L'auteur a d'abord été frappé par la grande variabilité de la conductivité du corps humain suivant l'heure du jour à laquelle se fait l'expérience. La nature des repas que venait de prendre la personne en expérience s'est trouvée exercer à son tour une influence des plus marquées.

Un autre fait singulier, c'est le retour très fréquent de valeurs numériques exactement identiques dans des séries d'expériences continuées pendant dix ou quinze minutes, pour les mêmes minutes et la même per-

[1] *Schweizerische Elektrot. Zeitschr.*, n° 20, 1904.

sonne, bien que les expériences soient séparées par un intervalle de plusieurs jours.

Le fait, pour la personne en expérience, de se trouver isolée dans une salle spéciale ou bien en compagnie d'une tierce personne, exerce une grande influence sur les valeurs numériques, aussi bien que la régularité de l'allure des différentes séries. Toutes les fois qu'une personne étrangère à l'expérience vient à entrer ou qu'un bruit se produit, la résistance du corps humain éprouve une variation spontanée et extraordinaire.

Ce ne sont pas seulement les causes objectives, mais toutes influences psychiques internes ou externes qui produisent une oscillation immédiate de la résistance, d'une intensité souvent considérable. Toute sensation ou émotion psychique de quelque intensité réduit instantanément la résistance du corps humain à une valeur de trois à cinq fois moindre. Toutes les fois qu'on parle à la personne en expérience ou qu'on lui fait concentrer son attention d'une façon quelconque, on observe des oscillations de résistance. Toute volition, tout effort fait pour entendre un bruit éloigné, tout effet d'auto-suggestion, exerce une action appréciable, et ceci est encore vrai de toute excitation des sens, de tout rayon lumineux venant frapper l'œil fermé, de tout corps dont on tâche de percevoir l'odeur (alors même qu'il serait exempt de toute odeur réelle). Toute action physiologique de quelque intensité, telle que la respiration, l'arrêt de la respiration, etc., s'est trouvée exercer un effet analogue. Les mesures qu'on fait avant et pendant le sommeil permettent d'apprécier le caractère de ce dernier et la vivacité des rêves.

Toute peine, soit réelle, soit suggérée, modifie la résistance; la sensation de peine est précédée par une oscillation si c'est une peine réelle) et suivie d'une autre.

La résistance individuelle du corps humain dépend encore de l'excitabilité nerveuse et des conditions de vie de la personne. Les personnes nerveuses, aussi bien que les fumeurs et buveurs, possèdent une résistance électrique excessivement basse. La variabilité de l'allure temporaire de la résistance pendant l'expérience dépend à son tour de ces facteurs.

Les résultats trouvés dans quelques expériences sur l'influence de l'hypnose sont d'un intérêt spécial. On observe une tranquillité nerveuse remarquable, mais qui est interrompue par des accroissements soudains et extraordinaires de la résistance, toutes les fois que la personne hypnotisée éprouve la moindre excitation externe.

Quant à ce qui regarde l'ordre de grandeur de la résistance, l'auteur trouve des valeurs oscillant autour de 3.000 ohms, la résistance étant mesurée d'une main à l'autre.

§ 5. — Electricité industrielle

Nouvelle lampe à arc à l'Exposition de Saint-Louis. — Parmi les appareils exposés par la *General Electric C°*, à Saint-Louis, figurait *la lampe à magnétite*, qui peut être appelée à rendre un certain regain de faveur aux machines à courant continu pour distribution série (du genre de la machine à induit sphérique Thomson-Houston et de la machine Brush).

Ces lampes sont capables de fonctionner en série sans résistance en absorbant trois ou quatre ampères, sous 85 volts. On pourrait réaliser des distributions de 100 lampes par exemple (à 3 ou 4 amp. et 8.500 volts). Ces distributions seraient analogues aux réseaux de distribution série alimentés par machines Brush, encore fréquents aux Etats-Unis.

Elles évitent le principal inconvénient des lampes jusqu'à ce jour employées sur ces distributions, à savoir la courte durée des charbons; au lieu de durer quelques heures, la lampe peut brûler sans discontinuité pendant 500 ou même 850 heures. Une économie serait également réalisée sur la consommation, celle des lampes à magnétite étant de 3 watts 2 par bougie.

La lampe exposée n'appartenait pas à une distribution série de ce genre, qui eût été difficilement réalisable sans un nombre considérable de lampes. L'unique modèle exposé fonctionnait donc sous 220 volts en série avec une résistance en absorbant une grande partie (puisque la tension aux bornes de l'arc est de 80 à 85 volts). Mais, ainsi que nous l'avons dit, l'usage de cette résistance est exceptionnel. La tige de magnétite, ou minerai magnétique de fer, constitue le pôle positif et est placée à la partie inférieure, de sorte que l'arc est inversé. L'électrode supérieure est constituée par une pièce massive en cuivre, ayant la forme générale d'une épaisse lame de cuivre, contournée et ramenée sur elle-même en forme d'anneau. L'allumage est fait par une tige recourbée de même métal, que son poids amène en contact avec l'électrode inférieure, et que le jeu du régulateur écarte après l'amorçage de la lampe. A cet amorçage concourt aussi un faible déplacement de bas en haut de l'électrode inférieure de la lampe, de sorte que le régulateur est un peu compliqué, et comporte trois circuits distincts. Il est, du reste, différent du régulateur qui sera employé sur les distributions série. L'inconvénient de la lampe est de donner des poussières assez abondantes, qui s'amoncèlent au bout de quelque temps au fond du globe. Le fonctionnement donne lieu aussi à des fumées qui nécessitent une sorte de cheminée de dégagement aboutissant à la partie supérieure.

Son grand avantage est de fonctionner longtemps sans surveillance et de consommer peu d'énergie. Elle paraît donc résoudre économiquement le problème de l'éclairage public, et il est possible que l'avenir lui réserve une place auprès des lampes à courant alternatif pour distribution en série, si communément employées maintenant aux Etats-Unis.

Il est à noter que cette lampe ne fonctionne pas en vase clos, mais qu'elle est entourée seulement d'un grand globe extérieur. De plus, elle ne convient qu'aux distributions à courant continu en raison de sa dissymétrie dans la constitution des électrodes.

Rampes moyennes et fortes dans les chemins de fer électriques. — M. F. C. Perkins vient de consacrer, dans l'*Electricity* de New-York, un intéressant article à la question des rampes.

Il prend comme point de départ le chemin de fer Palerme-Rocca-Monreale. La pente de ce tramway est relativement très modérée si on la compare à celle des chemins de fer électriques de la Suisse. Il est vrai de dire que ces derniers ont recours à la crémaillère, dès le moment où la pente devient trop prononcée. C'est ainsi que le chemin defer de la Jungfrau a des pentes dépassant 25 °/₀, que franchissent sans peine les locomotives triphasées, et que la ligne Zermatt-Görnergrat a, jusqu'à 3.020 mètres au-dessus du niveau de la mer, des pentes de 20 °/₀.

La Société Siemens et Halske, qui a fourni l'équipement électrique du tramway de Palerme, a aussi construit les générateurs à 20.000 volts pour le célèbre chemin de fer électrique de la Valteline, équipé de locomotives Ganz alimentées de courant à 3.000 volts. Ces locomotives ont une puissance de 600 chevaux et peuvent traîner des charges de 200 tonnes sur des pentes de 10 °/₀ en moyenne.

Le chemin de fer Stansstadt-Engelberg et celui de Burgdorf à Thun, en Suisse, ont été établis par Brown-Boveri et Cie. Une pente fortement accentuée se remarque surtout dans le tracé du premier, entre la Centrale d'Obermatt et Grunwald. Ce chemin de fer a 22 kilom. 1/2 de longueur et possède trois locomotives équipées pour les fortes côtes de deux moteurs triphasés de 75 chevaux. Le courant est fourni par une station centrale hydroélectrique, pourvue de turbines horizontales directement couplées à des générateurs polyphasés de 600 chevaux.

Le chemin de fer Burgdorf-Thun est plus long (40 kilomètres). Il est actionné par le courant élec-

trique à 16.000 volts de la station centrale de Kander. Ce courant est réduit dans les sous-stations de transformation à 750 volts. Les locomotives sont équipées de deux moteurs de 150 chevaux et peuvent traîner une charge maximum de 70 tonnes à demi-vitesse si la pente est de 1 pouce 40 Pour la vitesse normale, dans ces conditions, la charge ne peut plus être que de 50 tonnes. Comme la locomotive pèse seule 30 tonnes, le poids maximum du train ne peut dépasser 100 tonnes. De Burgdorf à Gross-Hostetten, soit sur une distance de 25 kilomètres, la route monte continuellement. Il y a, par contre, après ce point, une forte descente de 15 kilomètres. En dépit des fortes pentes, la vitesse du train est maintenue à peu près constante. Il n'y a que 2 °/₀ de variation, la vitesse normale étant de 39 kilomètres à l'heure.

A citer encore, au point de vue des pentes, le chemin de fer de montagne Homburg-Saalburg et le train électrique Heidelberg-Wiesloch.

De cette petite revue, M. Perkins dégage les conclusions que les railways électriques fonctionnent parfaitement sur les fortes pentes sans qu'on ait besoin de recourir à la crémaillère. L'énergie électrique semble particulièrement bien appropriée aux lignes de montagnes, agrémentées de pentes nombreuses, mais courtes. Le funiculaire a presque entièrement cédé la place à la traction électrique, même dans les villes où les pentes sont les plus accentuées, comme c'est le cas pour les tramways de Palerme et d'Heidelberg, notamment. Les courants alternatifs semblent, en général, convenir le mieux à ce genre de traction. Comme on l'a vu par ce qui précède, ils sont presque exclusivement employés dans les lignes que nous avons citées comme exemple.

§ 6. — Agronomie

L'emploi des scories de déphosphoration en Agriculture. — Dans un récent article, M. W. Mathesius a exposé ici-même (n° du 15 octobre) la question de la formation des scories et les conditions de leur emploi, plus particulièrement en Allemagne.

En France, les scories provenant de la déphosphoration de la fonte, surtout celles qui résultent du traitement par le procédé Thomas, sont employées aussi sur une vaste échelle. Le produit destiné à l'agriculture est obtenu en pulvérisant la scorie brute au moyen de broyeurs à boulets perfectionnés et installés de manière à éviter toute poussière nuisible aux ouvriers. On obtient ainsi une poudre extrêmement fine, dont les 75 °/₀ passent à travers les mailles du tamis n° 100, écartées de $0^{mm},17$.

Les scories Thomas présentent leur acide sous une forme très soluble; elles sont toujours vendues avec la garantie d'un minimum de solubilité de 75 °/₀ dans le réactif Wagner (solution d'acide citrique à 2 °/₀).

Des expériences de MM. Claudel et Crochetelle ont montré que les scories phosphatées basiques favorisent la germination; toutefois, ils évitaient soigneusement le contact direct des graines avec l'engrais. D'après d'autres expériences de M. Paturel, elles favorisent également la nitrification, grâce à la chaux libre qu'elles contiennent.

D'abord utilisées seulement sur les prairies, à l'automne et dans les terrains acides, on s'en sert actuellement sur toutes les cultures, à toute époque de l'année et dans tous terrains.

§ 7. — Sciences médicales

Le cancer des souris. — M. le Dr Borel (de Paris) vient de faire, au Congrès de Dermatologie de Berlin (septembre 1904), une communication très intéressante sur l'épidémicité et la contagiosité du cancer des souris. Trois épidémies de cancer des souris ont été signalées : une à Buenos-Ayres, par M. Linière, et deux à Paris, l'une par M. Giard et l'autre par l'auteur. Cette dernière épidémie sévit chez une éleveuse dont une vingtaine de souris sur 200 furent atteintes. Dans la cage qui fut le siège de cette épidémie, il restait six souris jeunes; aucun cas de cancer ne fut observé chez elles; de même les filles et les petites-filles de souris cancéreuses restèrent indemnes : au contraire, des souris saines, qui cohabitaient avec les malades, devinrent à leur tour cancéreuses. Il n'y a donc pas hérédité, mais il y a épidémicité et contagion. M. Borel a recherché par quelle voie pouvait se faire cette contagion. Pendant deux ans, il a contaminé la nourriture de souris saines avec les excréments de souris cancéreuses, ou bien il leur a fait manger des produits cancéreux; de même, il les a fait mordre par les souris malades : il n'a obtenu aucun résultat. Enfin, il lui a été également impossible de mettre en évidence le rôle que pourraient jouer, dans la propagation du cancer, certains parasites acariens, très fréquents, surtout chez les souris atteintes. L'agent de la contagion nous échappe donc encore.

Quoi qu'il en soit, ce cancer est un adéno-carcinome typique, que M. Borel dit avoir inoculé très facilement. Il existe, d'ailleurs, chez les souris, d'autres cancers plus rares, épithélioma, lympho-sarcome, etc., formes qui sont également épidémiques et contagieuses.

Les expériences cliniques semblent donc montrer l'existence d'un virus cancéreux, mais il manque encore l'expérience capitale, l'inoculation avec le bacille cancéreux isolé.

L'épidémie cholérique de la Chine septentrionale. — Du Rapport que M. Zsuzuki, de l'Académie impériale de Tokio, a été chargé de faire sur cette épidémie très importante [1], il ne faut retenir que les points suivants qui offrent quelque intérêt : c'est d'abord la présence du bacille cholérique dans l'eau du Peiho, qui était utilisée comme boisson par les Chinois et par les hommes du corps d'occupation; c'est ensuite et surtout le rôle des mouches comme agents vecteurs du choléra. Les mouches, en effet, pullulent en Chine; on les trouve en grandes quantités dans les maisons et surtout dans les cuisines. M. Zsuzuki plaça dans diverses pièces des boîtes remplies d'une substance agglutinante stérilisée, où les mouches vinrent rapidement se coller. Les boîtes furent ensuite lavées avec de l'eau peptonée, qui servit à ensemencer des plaques de gélose, et aussitôt se développèrent des colonies de vibrions cholériques. Dans une autre expérience, l'auteur introduisit dans une cage renfermant une dizaine de mouches une de ces petites boîtes contaminées avec des vibrions, puis à l'autre extrémité de la cage une autre boîte absolument stérilisée : les mouches, en se portant de l'une à l'autre, infectèrent complètement la seconde boîte. Ces expériences sont très concluantes et prouvent le rôle actif que jouent les mouches dans la transmission et, par conséquent, dans l'extension du choléra, rôle qu'il faut rapprocher de celui que jouent les puces dans la propagation de la peste.

§ 8. — Géographie et Colonisation

La rénovation de l'Asie Mineure et le commerce français dans le Levant. — Un des phénomènes économiques les plus curieux du temps présent, c'est bien la transformation qui est en train de s'opérer en Asie Mineure, grâce au développement des voies ferrées. En dépit d'un climat souvent défavorable à bon nombre de cultures et à certaines branches de l'élevage, voici que l'on commence à constater une influence heureuse sur le pays : la surface des terres cultivées a augmenté, le revenu des dîmes perçues par la Dette s'est accru dans de fortes proportions. C'est que le réseau des chemins de fer ne cesse de resserrer ses mailles et les projets se succèdent sans interrup-

[1] *Arch. f. Schiffs und Troppen-Hygien*, t. VIII, 71, 1904.

tion. Voici quelles sont actuellement les lignes achevées :

1° *Smyrne-Aïdin-Diner* (376 kilom.). Concédée à une Compagnie anglaise le 23 septembre 1856;

2° *Smyrne-Kassaba et prolongements* (521 kilom.). Concédée à une Compagnie anglaise le 4 juillet 1863, elle est devenue française en 1893.

Le raccordement avec la ligne de Konia, à Afioum-Kara-Hissar, n'a pas encore été accordé par le Gouvernement ottoman;

3° *Mersine-Tarsus-Adana* (67 kilom.). Concédée en janvier 1883 à un Syndicat franco-belge;

4° *Moudania-Brousse* (41 kilom.). Appartient à un Syndicat franco-belge;

dix-neuf années, d'une voie ferrée de Konia à Bagdad et au golfe Persique, en prolongement de la ligne venant d'Haïdar-Pacha. Ce chemin de fer sera à voie normale, de façon à permettre aux trains express d'effectuer en cinquante-cinq heures le trajet Constantinople-Bagdad. Le coût en est évalué à 600 millions de francs, souscrits à raison de 40 °/₀ par l'Allemagne, 40 °/₀ par la France et 20 °/₀ par les autres nations intéressées en Turquie. En vue de ce projet, le port d'Haïdar-Pacha, désigné comme tête de ligne, a été aménagé et pourvu des installations nécessaires. Il présentera une superficie de 8 hectares et une profondeur de 8 mètres. Le choix du terminus a été rendu difficile après les incidents de Koweit. Le Syndicat franco-allemand paraît

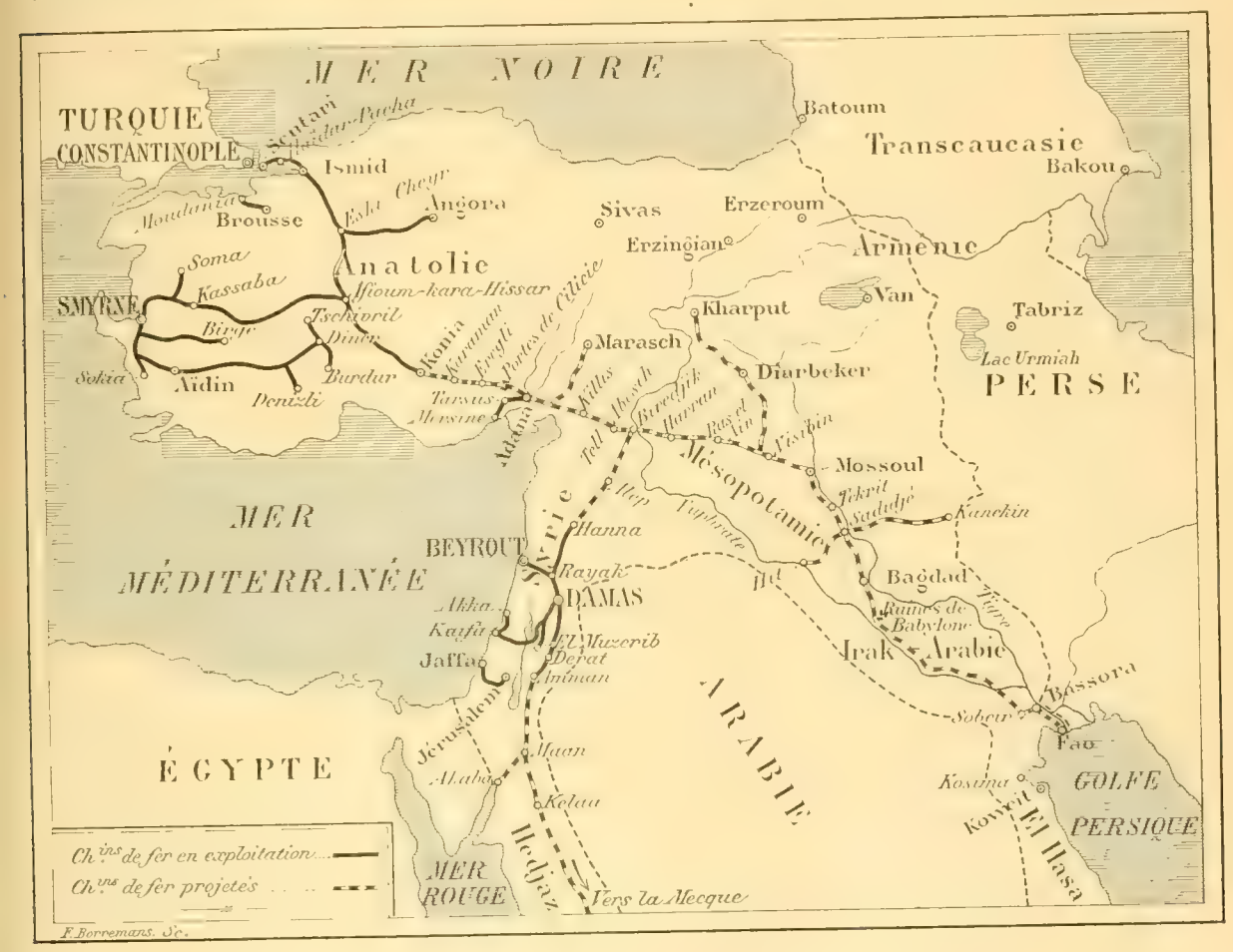


Fig. 1. — *Les voies ferrées en exploitation et en projet de l'Asie mineure.*

5° *Haïdar-Pacha-Scutari à Angora et à Konia* (1.033 kilom.). Ces deux lignes sont exploitées par la Compagnie des Chemins de fer ottomans d'Anatolie;

6° *Jaffa-Jérusalem* (86 kilom.). Concédée en 1889 à une Compagnie internationale, en majorité française;

7° *Kaïfa-Damas*. Concédée en 1891 à une Compagnie anglaise, cette ligne a été achetée par le Gouvernement ottoman;

8° *Beyrout-Damas-Hauran* (258 kilom.). Concédée en 1891 à une Compagnie française;

9° *Rayak-Hannah* (192 kilom.). Appartient à la même Compagnie que la ligne précédente.

Toutes les lignes dont nous venons de parler — à l'exception de celle de Konia — sont plutôt des voies de pénétration locale que des artères de grande communication. Mais voici qu'un firman du 18 février 1902 a accordé à l'Allemagne la concession de la construction et de l'exploitation, pendant une période de quatre-vingt-

s'être prononcé pour Fao, en aval de Bassora, sur le Chat-el-Arab. Le tracé définitivement adopté est indiqué sur notre carte.

Quelle sera l'importance économique de cette ligne? Après avoir exagéré l'avenir du futur chemin de fer, la presse allemande est revenue à une plus juste appréciation : elle renonce, en tout cas pour les débuts, à une colonisation agricole du pays, qui serait entravée, déclare M. Herrmann, à la fois par le Gouvernement turc et par le climat. La culture du coton, l'élevage du ver à soie et de la chèvre, l'extraction des pétroles, paraissent être les seules exploitations à grand rendement. La Babylonie, pas plus que l'Anatolie, ne saurait se prêter à la grande colonisation allemande. Et, même quand le pays sera régénéré, il faudra compter beaucoup plus sur l'action du commis-voyageur que sur celle du colon. En dehors des productions des pays traversés, les marchandises utiliseront peu cette voie; mais,

grâce à elle, les voyageurs pourront effectuer en onze jours au lieu de quinze le trajet Londres-Bombay. La Turquie s'est réservé le droit de prolonger sur Erzeroum la ligne Eski-Cheyr-Angora, par Sivas et Erzinghian ; mais, à la suite d'un accord avec la Russie, cette construction ne pourra se faire qu'avec les seuls moyens des deux pays. De plus, pour sauvegarder ses frontières, la Russie obtient le monopole des voies ferrées à construire au nord de la ligne Héraclée-Angora-Césarée-Sivas-Karpout-Van.

On peut voir, par ce qui précède, que le Gouvernement ottoman, pas plus en Asie Mineure qu'en Turquie d'Europe, n'a été capable de construire et d'exploiter ses voies ferrées; il a dû faire appel à des ingénieurs et à des capitaux étrangers, et il s'est trouvé souvent dans l'obligation d'accorder aux entreprises françaises, allemandes et anglaises des garanties directement perçues et payées par le Conseil d'administration de la Dette. Mais voilà que le sultan Abdul-Hamid essaie de prendre sa revanche. Par un iradé de juillet 1900, il a fait entreprendre la construction du chemin de fer du Hedjaz qui reliera Damas à la Mecque, en vue des pèlerinages à la Ville sainte. D'après un journal égyptien, cette ligne prendra dans le monde musulman l'importance du canal de Suez dans le monde économique. Le capital, évalué à 200 millions de francs, devait être souscrit uniquement dans les pays de l'Islam. Des souscriptions avaient été organisées dans les communautés musulmanes du monde entier, jusqu'en Chine, dans les Indes et la Malaisie. Mais il a fallu quand même recourir aux capitaux étrangers. C'est le 1er septembre 1903 qu'a été inaugurée la première section, Damas-Derat (123 kilom.); la seconde section, Derat-Amman (120 kilom.), avait été livrée à l'exploitation dès 1902. La Société Beyrout-Damas-Hauran n'ayant pas voulu abandonner ses privilèges, on a construit une nouvelle voie à côté de la ligne ancienne, et l'on a vu, en pays turc, ce phénomène américain de deux voies parallèles et concurrentes, rapprochées jusqu'à une distance de 600 mètres. La ligne du Hedjaz sera à voie étroite de $1^{m},05$; elle aura environ 1.700 kilomètres de longueur, dont, à l'heure actuelle, 243 sont en exploitation, 164 en construction, et 100 à l'étude. On pourrait escompter l'achèvement total pour 1912, si beaucoup d'obstacles, tels que l'hostilité des Bédouins, les ouragans du désert, le manque d'eau, etc., ne venaient sûrement apporter des retards. La ligne sera reliée à la mer par le tronçon déjà existant de Kaïfa au lac de Génézareth et par deux autres embranchements qui aboutiront respectivement à Akaba et Djedda. Il n'y a guère que la partie syrienne qui puisse rapporter des bénéfices par le fait du transport de certains produits tels que phosphates, asphaltes, pétrole, bromures et sels de potassium de la mer Morte. Sur tout le reste du parcours, soit les deux tiers, on ne compte que sur les pèlerins à destination de la Mecque.

Une pareille transformation ne saurait nous laisser indifférents. Après avoir eu jadis le monopole du commerce du Levant, nous avons vu notre part décroître d'une façon constante au profit de l'Angleterre, de l'Allemagne et de l'Autriche. Il nous semble qu'il y a en ce moment une occasion unique de nous ressaisir en utilisant à notre profit ces voies nouvelles et en tenant compte des conditions qui ont fait la fortune de nos rivaux : observation des goûts de la clientèle, fabrication à bon marché, envoi de voyageurs, crédits plus longs, soins apportés aux expéditions et aux emballages, etc. C'est à ces fins et pour servir les intérêts du commerce français que la *Revue* avait tenté d'organiser l'an passé une croisière de reconnaissance commerciale dans le Levant. Ces notes en font ressortir la haute portée[1].

P. Clerget,
Professeur à l'Ecole de Commerce du Locle.

[1] Cf. A. RISSE : Le réseau ferré de l'Asie Mineure. *Annales de Géographie*, 1903, p. 175-180. — H. BOHLER : Le chemin de fer de Bagdad : les intérêts français et allemands en Turquie. *Questions diplomatiques et coloniales*, 1er mars 1903.

§ 9. — Enseignement

Les livres pour l'enseignement secondaire et universitaire aux Etats-Unis. — L'achat des îles Philippines et l'acquisition de Porto-Rico par les Etats-Unis, l'appui prêté par eux à l'île de Cuba, ont donné un grand essor à la publication des livres espagnols édités par les libraires américains, et destinés à l'enseignement. En même temps que l'étude de l'espagnol se développe dans la République américaine, les maisons éditoriales *American Book and Company*, *Ginn and Cy*, *Appleton* appuient, avec leurs nombreuses publications, le mouvement qui se dirige du nord vers les régions du sud. Ces publications, destinées aux écoles, sont, il faut le reconnaître, très bien présentées en général; elles vont droit au but qu'il s'agit d'atteindre, sont à la portée des intelligences moyennes, et renferment des exercices nombreux, très bien choisis pour éclaircir d'une façon complète les moindres difficultés.

Les éditeurs français rendraient un vrai service à leur pays en publiant des livres pour l'enseignement secondaire, dans le genre de ceux dont on se sert aux Etats-Unis. Nous croyons, en outre, que la traduction en espagnol de ces ouvrages permettrait de trouver, dans l'Amérique Centrale, aux Antilles et dans l'Amérique du Sud, des débouchés assurés. A Porto-Rico seulement, on dépense annuellement de cent cinquante à deux cent mille francs en livres pour les écoles.

Il ne faut pas oublier que les livres en langue espagnole ou en langue anglaise sont, quelle qu'en soit la provenance, exempts de droit d'entrée, et que, dans les Antilles, lors de la domination espagnole, la librairie française disputait le marché à l'Espagne.

Mais, en dehors de la question commerciale, il y a là une question d'influence morale pour la France.

La France peut prendre, dans le Nouveau Monde, une situation toute privilégiée par l'hégémonie morale qu'elle y exercera, et, pour atteindre ce but, il n'est pas de meilleur moyen que le livre destiné à la jeunesse de nos écoles.

Les auteurs américains semblent éviter, en général, de citer les noms de ceux qui ont découvert les lois ou les principes scientifiques dont ils s'occupent dans leurs ouvrages; mais ils se gardent d'en faire autant quand ce nom appartient à un savant américain. Le théorème de Pythagore, le binôme de Newton, le principe de Pascal, etc., tout cela est inconnu, sous ces dénominations, dans la plupart des livres destinés aux écoles. Ce procédé nous semble peu généreux et peu loyal; heureusement, il n'est pas suivi par les savants éminents des Etats-Unis : Newcomb, Young, Rowland, Michelson, Murray, Rutherford, etc., ont eu soin, toutes les fois qu'ils écrivaient, de rendre à César ce qui appartient à César.

Les livres destinés aux classes élémentaires sont, en général, aux Etats-Unis, rédigés par des professeurs qui ont acquis une grande expérience dans l'enseignement, mais dont les connaissances ne s'étendent pas au delà du cercle étroit où ils se trouvent placés en sortant de l'Université.

Il faut dire, d'ailleurs, que les études universitaires se rapportant à la science n'ont pas encore acquis, dans ce pays, tout le développement qu'elles possèdent en France, en Angleterre et en Allemagne. Certes, on fait bien, dans l'Amérique du Nord, certains travaux originaux de grand mérite, comme les expériences de Rowland sur la convection et les réseaux, celles de Loeb sur la parthénogénèse et la fécondation artificielle des œufs d'oursins, celles de Rutherford sur les matières radio-actives, et les admirables recherches de Gibbs, qui l'ont conduit à trouver, en Chimie, la loi des

phases. Mais ces travaux, et bien d'autres encore, ne représentent que peu de chose, à côté de ceux qui sortent chaque année de ces vastes laboratoires qui s'appellent la France, l'Angleterre et l'Allemagne. Malgré tout l'argent dépensé dans ses Universités, l'Amérique du Nord semble rivée à la recherche des applications pratiques de la science.

C'est ce qui explique, par exemple, que les admirables travaux du Professeur Gibbs soient restés vingt ans enfouis dans les archives, au Connecticut, complètement ignorés de ses compatriotes, jusqu'au jour où un chimiste étranger y est allé les déterrer.

Il y a des choses qu'on peut admirer en Amérique, mais qu'il est prudent de ne pas imiter. Nous restons en admiration devant le nombre toujours croissant des riches Universités américaines, mais nous ne conseillerons jamais de calquer celles-ci, car, en général, ce sont plutôt des usines où l'on applique la science que de vrais temples du savoir.

Le manque d'érudition de l'enseignement universitaire aux Etats-Unis rend compte de certaines erreurs grossières qu'on trouve parfois, même dans leurs œuvres classiques les plus recommandées. Ainsi, par exemple, l'auteur d'une Géométrie très en vogue attribue à un de ses compatriotes du Texas la formule *du prismatoïde*, alors que cette formule a été établie par Simpson, au XVIIIe siècle.

Les livres de texte de Mathématiques et de Physique, dans l'Université américaine, ne visent que le but pratique, les applications de la science à la carrière de l'ingénieur. On ne saurait en blâmer les auteurs; ils ne font que répondre aux exigences d'un public peu soucieux de science pure. Il faut avouer, d'ailleurs, qu'à ce point de vue, ces livres sont admirablement faits.

Berthelot, malgré sa légitime autorité, ne serait guère écouté aux Etats-Unis, s'il disait aux Américains que la science pure est, en réalité, l'élément fondamental de tout progrès.

Le goût très marqué de l'Américain pour tout ce qui est susceptible d'application dite utile nous semble être la cause principale du manque d'élévation de l'enseignement national. Par la simplicité de ses idées, l'amour de la liberté, la constance dans le travail et la force de ses bras, il a vu grandir d'une manière surprenante la puissance de sa patrie. Il ne s'arrête pas à penser que, dans l'histoire des nations, un siècle ou deux ne représentent pas grand'chose; il n'a pas même le temps d'y penser.

C'est un peuple qui a pris son élan pour conquérir le monde. Sa foi l'anime, ses muscles de fer le soutiennent, et son succès l'encourage. Il se flatte d'imposer un jour ses lois à l'Europe. Il est vrai de dire que le triomphe de la politique de Roosevelt, au Venezuela, à Panama, en Turquie, en Europe et dans l'Extrême-Orient, semble démontrer que cet espoir n'est pas chimérique.

C'est de cette pensée suprême qu'est inspiré tout l'enseignement primaire aux Etats-Unis; maîtres et élèves en subissent la suggestion.

Dans les écoles secondaires aussi bien que dans les Universités, l'enseignement des sciences n'a d'autre but que les applications immédiates. On n'étudie point les théories de la Géométrie moderne, si fécondes cependant dans les applications courantes. La Géométrie analytique se fait sans l'intervention des dérivées ou du calcul différentiel.

La Physique mathématique y est presque inconnue.

Le Calcul différentiel et intégral s'y apprend au point de vue pratique d'une façon très élémentaire. Mais nous tenons à répéter que cet enseignement, malgré son caractère élémentaire, est admirablement fait.

La Physique, la Chimie, les Sciences naturelles, notamment la Biologie, sont étudiées, au point de vue expérimental, d'une façon qui, à notre avis, ne laisse rien à désirer.

Dans l'impossibilité de donner ici l'analyse des livres dont on se sert dans les écoles des Etats-Unis, nous dirons que, en général, ils diffèrent beaucoup des livres édités en Europe. Ils donnent, en Algèbre, une importance considérable à la décomposition des polynômes en facteurs. Peu de mots, quelques exemples entièrement traités, une page ou deux d'exercices se rapportant à ces exemples, voilà une leçon. Chaque problème porte un numéro d'ordre, et à la fin du livre, on retrouve le même numéro à côté du résultat. Il serait trop long de chercher à expliquer ici la méthode d'exposition des ouvrages scientifiques des Etats-Unis. C'est seulement en examinant ces ouvrages qu'on pourra se rendre compte, en Europe, de la voie suivie par les Américains dans l'enseignement secondaire et universitaire. Aussi croyons-nous devoir signaler quelques titres de livres, parmi les plus remarquables :

WENTWORTH : *Advanced Arithmetic*, chez Ginn (N. Y.).
— *New School-Algebra*, id.
— *College Algebra*, id.
— *Plane and Solid Geometry*, id.
MILNE : *Plane and Solid Geometry*, American Book.
MURRAY : *Integral Calculus*, id.
BYERLY : *Differential and integral Calculus*, Ginn.
J. M. MAHON, SNYDER : *Differential Calculus*, Am. Book.
WELLS : *College Algebra*, D. C. Heath.
HOADLEY : *A Brief Course in Physics*, Am. Book.
WILLIAMS : *Elements of Chemistry*, Ginn.
YOUNG : *General Astronomy*, chez Ginn.
HASTINGS AND BEACH : *General Physics*, Ginn.
NEWELL : *Experimental Chemistry*, chez Heath.

Le petit Traité de Physique de Hoadley et les Éléments de Chimie de Williams sont deux livres très remarquables qui méritent d'être connus en France.

La France peut servir d'interprète entre l'Amérique du Nord et l'Amérique du Sud, car c'est par ce moyen qu'elle pourra maintenir son influence morale dans ces régions. La République de Mac Kinley et de Roosevelt, d'ailleurs, ne saurait y étendre la sienne sans demander à la France le charme de son esprit et la générosité de sa pensée.

La France, en effet, est la seule nation qui puisse rendre sympathique aux populations latines de l'Amérique le sens pratique, mais rude, des Etats-Unis.

Les deux grandes Républiques se disputent la gloire d'avoir promulgué les droits de l'homme. Qu'elles se disputent aussi l'honneur d'avoir porté, dans les vastes régions de l'Amérique, la pensée féconde de la science; et, de cette noble dispute, surgira plus vivace notre amour pour la France, que nous nous plaisons à reconnaître comme la généreuse libératrice du genre humain.

A. Rosell,
Docteur ès sciences physiques et mathématiques,
Professeur à la Haute École centrale de Porto-Rico.

ÉTUDES HISTOLOGIQUES SUR LE MÉCANISME DE LA SÉNILITÉ

M. Élie Metchnikoff, dans plusieurs travaux successifs, et tout récemment dans un livre d'une haute portée philosophique, a attaqué le problème hardi du mécanisme de la vieillesse et de la mort. Après avoir montré les différentes « désharmonies » (le mot est de M. Metchnikoff) dans l'organisation et le fonctionnement des divers organes et appareils chez l'homme, le savant biologiste indique quelques vues et tentatives dont les effets seraient d'atténuer les processus de sénilité résultant de ces troubles anatomiques et physiologiques, qu'il tient pour pathologiques. Les différentes religions et systèmes philosophiques n'ont pu conjurer chez l'homme la crainte de la vieillesse et de la mort. Le renoncement et la voie du salut prêchés par Bouddha, la croyance à l'immortalité de l'âme professée par la plupart des philosophes de l'Antiquité, les doctrines des stoïciens, celles de l'Église et des philosophes chrétiens, n'ont rien changé aux défaillances de l'organisation humaine, ni à la crainte de la mort. Aussi M. Metchnikoff, en constatant, pour ainsi dire, l'insuccès des différents moyens préconisés par les religions et les philosophies, tourne-t-il ses regards vers la science; il s'est demandé si celle-ci, la dernière venue, ne serait pas capable de soulager quelques-unes de ces infirmités de la nature humaine. Les immenses progrès réalisés par les sciences médicales permettent-ils de l'espérer? Sans doute, Tolstoï ni Brunetière ne sauraient arrêter la marche de la science. Mais, si la science a accumulé des connaissances très importantes sur tout ce qui touche aux maladies, aux moyens de les prévenir et de les guérir, elle ne possède que des données tout à fait insignifiantes sur les autres maux dont Bouddha cherchait la délivrance : la vieillesse et la mort.

I

Non seulement la science ne possède aucun remède contre la vieillesse, mais elle ne connaît presque rien de cette période de la vie de l'homme et des autres animaux. Et, cependant, il est facile de voir que l'homme, comme les animaux supérieurs, subit des modifications importantes en avançant en âge. Les forces s'affaiblissent, le corps se recroqueville, les cheveux et les poils blanchissent, les dents s'usent; il se produit, en un mot, dit M. Metchnikoff, des phénomènes d'atrophie sénile. Arrivé à cet âge avancé, qui est différent pour les diverses espèces animales, l'organisme devient peu résistant aux causes nuisibles et succombe sous l'influence de toutes sortes d'agents morbides. Quelquefois, la cause de la mort échappe, de sorte que l'on attribue celle-ci à l'épuisement général du corps, et que l'on désigne le cas sous le nom de mort naturelle. Non seulement les animaux inférieurs, tels que les Infusoires, peuvent présenter de la dégénérescence, mais celle-ci est *commune à tous les êtres vivants*. La véritable vieillesse serait un stade de l'existence où les forces diminuent pour ne plus se relever. Chez les animaux qui ont un cycle de vie déterminé, on n'aperçoit pas de signes extérieurs de dégénérescence sénile. Chez les Vertébrés inférieurs, la vieillesse est peu manifeste. Chez les Oiseaux et les Mammifères supérieurs, les signes d'atrophie sénile sont très marqués.

Demange[1], Merkel[2], et plus récemment A. Bühler[3] et Élie Metchnikoff[4], ont étudié les altérations anatomiques des organes dans la vieillesse. De mon côté, j'ai montré, dans un travail sur l'évolution et l'involution de la cellule nerveuse, qu'il se passe dans celle-ci, chez les vieillards, des modifications histologiques intéressantes[5]. M. Metchnikoff, en utilisant les travaux publiés par différents observateurs sur la dégénérescence sénile, a formulé sa façon de penser de la manière suivante :

La dégénérescence est caractérisée par l'atrophie des éléments nobles et spécifiques des tissus et leur remplacement par le tissu conjonctif hypertrophié. Dans le *cerveau*, ce sont les cellules nerveuses, c'est-à-dire celles qui servent aux fonctions les plus élevées de l'innervation, qui disparaissent pour céder la place à des éléments inférieurs, connus sous le nom de névroglie, sorte de tissu conjonctif des centres nerveux. Dans le *foie*, ce sont les cellules hépatiques, celles qui remplissent un rôle important dans la nutrition de l'organisme, qui s'effacent devant le tissu conjonctif. Dans le *rein*, c'est encore le même tissu qui envahit l'organe et étouffe les tubes indispensables pour débarrasser l'organisme d'une foule de substances nocives. Dans les *glandes sexuelles*, mâles et femelles, les éléments spécifiques qui servent à la

[1] Demange : Étude clinique et anatomo-pathologique sur la vieillesse. Paris, 1896.

[2] Merkel : Bemerkungen über d. Gewebe beim Altern. *Verhandl. d. X. internat. med. Congresses*. Berlin, 1891.

[3] A. Bühler : Alter und Tod. *Biolog. Centralbl.*, 1904, 65 sq.

[4] Élie Metchnikoff : Études sur la nature humaine. Paris, 1903, p. 307.

[5] G. Marinesco : Mécanisme de la sénilité et de la mort des cellules nerveuses. *Académie des Sciences*, séance du 23 avril 1900.

propagation de l'espèce disparaissent et sont remplacés de la même façon par des cellules du tissu conjonctif. En d'autres termes, la vieillesse se caractérise, d'après M. Metchnikoff, par une lutte entre les éléments nobles et les éléments simples ou primitifs de l'organisme, lutte qui se termine à l'avantage des derniers. Leur victoire se manifeste par l'affaiblissement de l'intelligence, par les troubles de la nutrition, par la difficulté d'épurer le sang. Cette lutte, ou mieux cette attaque contre les éléments nobles de l'organisme, est entreprise par des cellules mobiles capables de dévorer toutes sortes de corps solides, éléments connus sous le nom de phagocytes. Ces phagocytes sont divisés par M. Metchnikoff en deux catégories : les petits phagocytes mobiles ou les microphages, et les grands phagocytes, tantôt mobiles, tantôt fixes, auxquels on a donné le nom de macrophages. En général, les microphages nous guérissent des microbes, et les macrophages des lésions mécaniques.

Dans la dégénérescence sénile, il s'agit d'une intervention des macrophages; l'envahissement des tissus par eux est un phénomène si général dans la vieillesse qu'on est nécessairement amené à lui attribuer une grande importance. Pour déterminer d'une façon plus précise le rôle de ces phagocytes, M. Metchnikoff mentionne le blanchiment des cheveux, qui constitue le plus souvent la première manifestation visible de la vieillesse. Les cheveux colorés sont remplis de grains de pigment disséminés dans les deux couches qui constituent le cheveu. A un moment donné, les cellules de la moelle des cheveux commencent à s'agiter; elles sortent de leur torpeur et se mettent à dévorer tout le pigment qui est à leur portée. Bourrées de grains colorés, ces cellules, qui représentent aussi une variété de macrophages, deviennent mobiles et transportent avec elles le pigment des cheveux, qui, nécessairement, se décolorent et blanchissent. On a depuis longtemps remarqué que la sénilité possède de grandes affinités avec la maladie; il existe une analogie très grande entre les lésions de la sénilité et celles que l'on rencontre dans les différentes maladies chroniques.

Après avoir établi que la vieillesse se caractérise par la défaite des éléments nobles et la victoire des macrophages, M. Metchnikoff s'est demandé s'il n'y a aucun moyen de combattre la vieillesse. Pour cela, il faudrait, d'après M. Metchnikoff, d'une part, renforcer les éléments nobles de l'organisme, et, d'autre part, affaiblir la tendance agressive des phagocytes.

Ce problème n'est pas encore résolu, mais M. Metchnikoff estime que sa solution n'a rien d'impossible. Il n'est pas irrationnel de chercher les moyens capables de renforcer les cellules nerveuses, hépatiques, etc., les fibres musculaires du cœur, etc. Les sérums cytotoxiques, c'est-à-dire toxiques pour les cellules des différentes catégories, pourraient résoudre le problème posé par M. Metchnikoff. En effet, il a été établi que les petites doses de ces sérums cytotoxiques, au lieu de tuer les éléments spécifiques des tissus, les renforcent. Il se produit ici quelque chose de ce qu'on observe avec beaucoup de poisons tels que la digitale, c'est-à-dire que les fortes doses tuent, tandis que les petites doses améliorent ou guérissent certains éléments du corps. Voilà donc, a écrit M. Metchnikoff, une voie rationnelle qu'il y a lieu de poursuivre dans le but de renforcer les éléments nobles de l'organisme humain et de les empêcher de vieillir. On pourrait croire que cette tâche est très facile à remplir. En réalité, le problème est beaucoup plus délicat et bien plus ardu, car, pour injecter aux chevaux ou à d'autres animaux des organes humains, finement broyés, il faudrait faire l'autopsie presque immédiatement après la mort, ce qui n'est pas conforme à la loi. Tous les obstacles seraient-ils surmontés, on se heurterait à de nouvelles difficultés pour essayer l'efficacité de diverses doses des sérums cytotoxiques.

Si, dans la vieillesse, les éléments nobles ont besoin d'être renforcés, cela prouve qu'ils subissent quelques causes d'affaiblissement progressif. Quelles sont ces causes? L'analogie de la dégénérescence sénile avec les maladies atrophiques de nos organes importants permet de supposer la similitude des causes qui provoquent ces deux séries de phénomènes. La sclérose du cerveau, des reins et du foie a souvent pour origine l'intoxication par des poisons, tels que l'alcool, le plomb, le mercure, et par les virus, parmi lesquels la syphilis joue aussi un grand rôle.

L'artério-sclérose, qui détermine tant de lésions du côté des éléments nobles de l'organisme, est réalisée dans presque la moitié des cas par l'alcoolisme chronique et par la syphilis réunis. Les rhumatismes, la goutte et les maladies infectieuses ne joueraient qu'un rôle tout à fait secondaire comme causes d'artério-sclérose. Edgrus, qui a fait une étude très détaillée sur les causes de l'artério-sclérose, a déclaré que, dans presque un cinquième des cas, il lui a été impossible de démontrer la véritable origine de l'artério-sclérose. Dans la grande majorité de ces cas, il s'agissait de personnes âgées, présentant, d'après cet auteur, la *sclérose physiologique*. Eh bien, d'après M. Metchnikoff, cette sclérose avérée n'est rien moins que physiologique, et elle doit être rapportée à l'empoisonnement par la masse innombrable des microbes

qui pullulent dans notre tube digestif. L'intestin de l'homme nourrit une quantité immense de bactéries, qui, d'après les dernières recherches de Strassburger, s'élève à 128.000.000.000.000! Or, dit M. Metchnikoff, parmi ces microbes, il s'en trouve un grand nombre dont la présence constitue un grave inconvénient pour la santé et la vie. Les Mammifères, d'après M. Metchnikoff, ont acquis les avantages de leur gros intestin aux dépens de la longévité; un grand nombre d'oiseaux à longue vie n'ont pas de cœcum, cette partie du tube digestif qui renferme le plus de microbes. La flore intestinale ne servirait à autre chose qu'à raccourcir l'existence; aussi, pour parer aux inconvénients qui résultent du développement du gros intestin, il faudrait transformer la flore sauvage intestinale de l'homme en une flore cultivée! Si certains microbes nuisibles de notre flore intestinale ne pouvaient pas être éliminés, il y aurait lieu de les rendre inoffensifs à l'aide de sérums correspondants.

II

De plusieurs côtés, force objections sérieuses ont été élevées contre la théorie de M. Metchnikoff sur la phagocytose dans la sénilité. C'est ainsi que, dans une communication à l'Académie des Sciences[1], j'ai attiré l'attention sur les modifications importantes que subissent les cellules nerveuses chez les sujets âgés. Parmi ces lésions, je cite les différentes modifications de la substance chromatophile, la présence du pigment en grande quantité à l'intérieur de la cellule, diminuant la capacité respiratoire et nutritive de cet organisme; ensuite, la diminution de volume du corps cellulaire, aboutissant parfois à une véritable atrophie, et la disparition d'un certain nombre de prolongements de la cellule. *Nulle part, on ne voit des cellules nerveuses dévorées par les phagocytes*; aussi, je me suis cru autorisé à conclure de ces études que la raison de la sénilité de la cellule nerveuse doit être cherchée dans un défaut de synthèse chimique entraînant une désorganisation de l'édifice de la cellule nerveuse. C'est pour cela que j'ai proposé de stimuler la synthèse chimique de la cellule nerveuse par l'administration de substances dynamogéniques. Après moi, d'autres auteurs sont revenus sur le même sujet.

Robertson, entre autres, explique les lésions des cerveaux séniles par une auto-intoxication chronique consécutive à l'affaiblissement graduel et à la perversion anatomique et fonctionnelle des divers organes des sujets âgés. En effet, ces organes, c'est-à-dire le foie, les reins, le tube digestif, peuvent être altérés de différentes manières ou bien présenter une insuffisance fonctionnelle, ce qui implique un métabolisme incomplet et perverti, et partant une auto-intoxication. Celle-ci peut retentir sur l'intégrité anatomique des éléments nerveux, et produire une dégénérescence primitive toxique qui nous permettrait d'expliquer les altérations cellulaires qu'on trouve chez les vieillards. Une autre conséquence de cette intoxication est la mauvaise nutrition des parois des vaisseaux du système nerveux. Robertson[1] se base sur la présence de ces deux ordres de lésions qu'on trouve dans les cerveaux séniles pour admettre que l'involution sénile du système nerveux est associée à une autre intoxication, et, par conséquent, ne peut pas être considérée comme un état normal, physiologique. Il pense donc que la cause de la dégénérescence sénile ne représente qu'une forme plus intense de ce même processus auto-toxique, quoiqu'il faille y ajouter sans doute certains facteurs pathogéniques additionnels.

Carrier[2] s'associe à l'opinion de Robertson. Il décrit également des lésions vasculaires des capillaires intra-cérébraux et pie-mériens, altérations qui rétrécissent graduellement la lumière des vaisseaux, et l'obstruction des canaux lymphatiques intra-adventitiels. Ces lésions vasculaires produisent à leur tour des troubles nutritifs dans les centres nerveux et réalisent une nouvelle cause d'altérations régressives des éléments nerveux dans la sénilité.

Aussi Carrier conclut-il que l'involution sénile des cellules nerveuses n'est pas un phénomène strictement physiologique. Elle n'est pas proportionnelle à l'âge du sujet, mais intimement subordonnée aux influences héréditaires ou aux diverses conditions morbides.

Deux auteurs italiens, Cerletti et Brunacci[3], ont examiné le système nerveux central de plusieurs sujets morts entre soixante-quinze et quatre-vingt-seize ans. Ils ont trouvé des lésions des vaisseaux et des cellules nerveuses : ces dernières présentaient la dissolution de la substance chromatophile et du noyau. Les cellules nerveuses altérées se trouveraient en rapport intime avec le trajet des vaisseaux; aussi ces auteurs rapportent ces lésions aux troubles de la circulation. Il n'ont jamais aperçu de macrophages dans leurs cas, et les cellules névrogliques se trouveraient, d'après ces auteurs, en état de repos.

[1] G. Marinesco : *Loc cit.*

[1] Robertson : A text Book of Pathology in relation to mental. diseases. Edimbourg, 1900.

[2] H. Carrier : Etude critique sur l'Histol. norm. et pathol. de la cellule nerveuse. *Thèse de Lyon*, Juillet 1903.

[3] Cerletti et Brunacci : Sulla corteccia cerebrale dei vechi. Rome, 1904.

Enfin, un autre auteur italien, M. Esposito[1], s'insurge contre la théorie de la neuronophagie, nie complètement la pénétration des neuronophages dans le corps de la cellule nerveuse, qu'il attribue à une erreur d'observation. L'auteur admet, cependant, que les cellules névrogliques prennent une part effective à l'élimination des corps des cellules nerveuses gravement altérées, ou bien déjà mortes, au moyen d'une substance de sécrétion qui posséderait une action dissolvante. En somme, il n'y a pas, d'après cet auteur, de phagocytose des cellules nerveuses dans les différents états pathologiques, et la neuronophagie se réduit, d'après lui, à un processus de neurolyse. M. Babès a soutenu, dans la Section d'Anatomie pathologique du Congrès tenu à Paris en 1900, que la neuronophagie, défendue par la plupart des auteurs, n'a pas la valeur d'un phénomène comparable à la phagocytose.

Ce court historique démontre que la question de la phagocytose dans le système nerveux central, soit à l'état pathologique, soit dans le système nerveux des vieillards, est loin d'être résolue. Par conséquent, la science ne possède pas encore actuellement la véritable formule de la mort des cellules nerveuses dans ses différents états pathologiques.

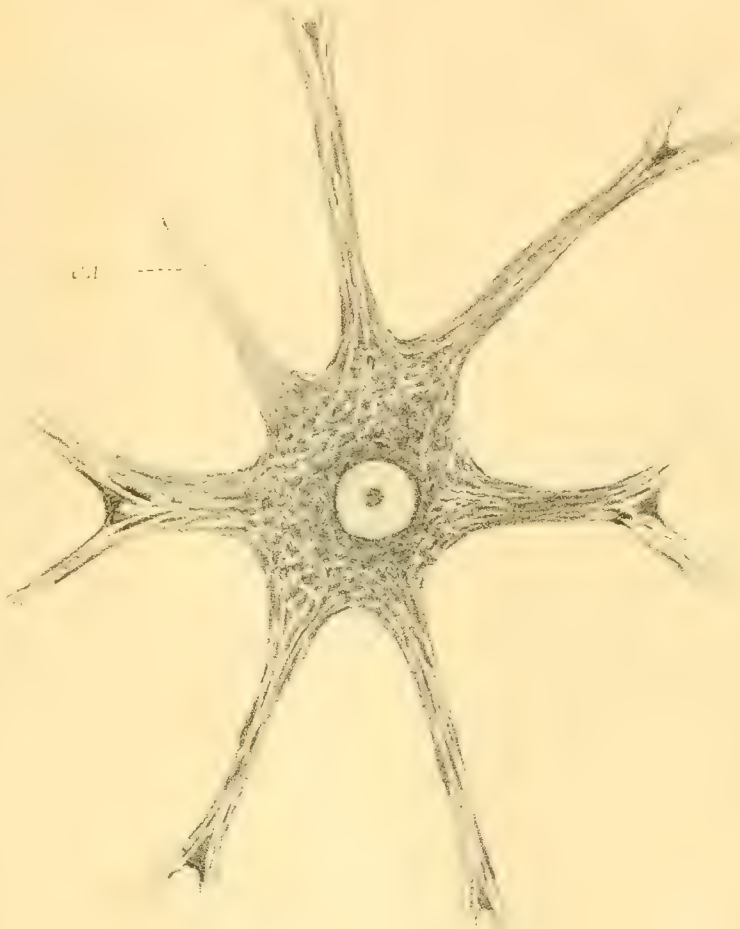


Fig. 1. — *Cellule nerveuse radiculaire de la corne antérieure d'un sujet normal.* — On distingue à l'intérieur du protoplasma des corpuscules géométriques de forme polygonale, et, dans les prolongements, des corpuscules fusiformes. Au niveau de bifurcation des prolongements, il existe un corpuscule de forme triangulaire. Le cylindraxe C. A. en est dépourvu.

C'est pourquoi il m'a semblé que le moment opportun est venu d'étudier le mécanisme de la sénescence et de la mort de la cellule nerveuse en utilisant toutes les méthodes dont dispose l'Histologie. Pour cela, j'ai soumis à un examen détaillé le système nerveux d'un grand nombre de sujets morts à la suite de différentes maladies et d'âge différent. Sans doute, il eût été préférable, pour avoir de plus amples connaissances sur le mécanisme de la sénilité et de la mort de la cellule, d'étudier non seulement la cellule nerveuse, mais aussi les cellules de tous les organes. Mais une pareille étude nous aurait entraîné trop loin, et, ensuite, malgré les inconnues qui entourent encore la cellule nerveuse, c'est elle, cependant, qui se prête le mieux aux recherches de ce genre.

III

Comme la connaissance des modifications qu'éprouve la cellule nerveuse, chez les vieillards et dans les différents états pathologiques, suppose celle de la structure normale, c'est par cette dernière, d'une manière très sommaire, du reste, que je commencerai cette étude.

Pour pouvoir étudier la structure de la cellule nerveuse normale, on doit recourir à des procédés de fixation, de coloration et d'imprégnation métallique; et, parmi ces derniers, on doit surtout utiliser la méthode de Nissl et celle de Cajal.

[1] Esposito : La Neuronofagia. Manicomio Interprovinciale. V. E. 11 in Nocera Inferiore.

La première de ces deux méthodes nous montre, dans beaucoup d'espèces cellulaires, la présence de corpuscules fortement colorés par les couleurs d'aniline, de forme polygonale (fig. 1), fusiformes, ou même de fines granulations existant dans le corps cellulaire comme dans les prolongements dendritiques, excepté, cependant, dans le cylindraxe, c'est-à-dire dans l'expansion de la cellule nerveuse qui exporte et transmet aux muscles ou bien aux organes circulatoires l'influx de la cellule nerveuse. Avec Cajal et van Gehuchten, nous

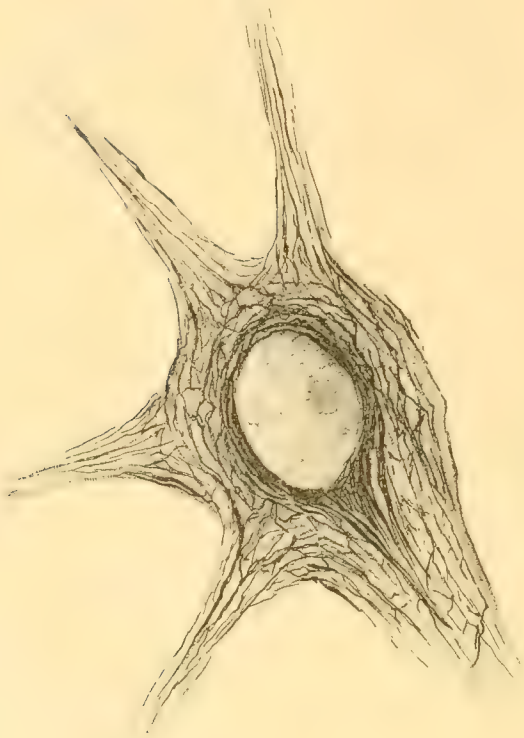


Fig. 2. — *Cellule radiculaire motrice de la corne antérieure d'un chien âgé de quelques jours.* — Le protoplasma contient à son intérieur des fibrilles disposées sous forme de réseau, et, dans les prolongements, les fibrilles s'allongent parallèlement (Méthode de Cajal).

admettons que le cylindraxe a la conduction centrifuge, tandis que les autres prolongements, nommés protoplasmiques parce que leur structure ressemble à celle de la cellule nerveuse, jouissent de la conduction centripète, c'est-à-dire vers la cellule.

La méthode de Cajal, au nitrate d'argent réduit, nous montre, de la façon la plus évidente, qu'il existe à l'intérieur du protoplasma cellulaire un système de fibrilles très fines, disposées d'ordinaire sous la forme d'un réseau, de sorte que la plupart des cellules nerveuses possèdent une structure réticulo-fibrillaire (fig. 2 et 3). La méthode de Donaggio montre encore, paraît-il, plus de fibrilles que celle de Cajal.

Les fibrilles, dans le corps et dans les prolongements cellulaires, représentent l'élément conducteur de la cellule nerveuse. La disposition des éléments chromatophiles et des fibrilles varie suivant la forme et le volume des cellules nerveuses.

Les cellules nerveuses sont situées dans un fouillis de fibres nerveuses, de tissus de soutènement et de canaux nutritifs. Beaucoup d'entre elles sont accompagnées de quelques cellules interstitielles de nature névroglique, ainsi que cela a été prouvé par Cajal, par moi-même et par Lugaro. Ces cellules ont été baptisées par Cajal du nom de *cellules satellites*. Le nombre et le volume des cellules satellites varient à l'état normal avec les différentes espèces de cellules nerveuses.

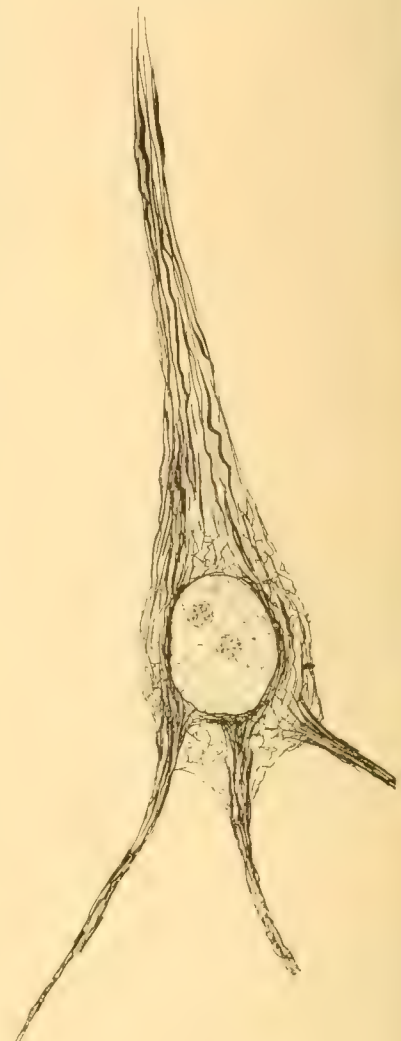


Fig. 3. — *Cellule pyramidale de l'écorce motrice d'un lapin.* — On distingue très bien, dans la tige principale et les prolongements, les neuro-fibrilles disposées autour du noyau et à la base de la cellule sous la forme d'un réseau.

D'une façon générale, elles sont plus nombreuses autour des cellules d'un volume moyen, comme le sont, par exemple, les pyramidales moyennes et grosses de l'écorce cérébrale et beaucoup de cellules des cordons de la moelle épinière ou de la couche optique; elles font presque défaut autour des cellules de Purkinje, des cellules radiculaires et des noyaux moteurs craniens, autour des grandes cellules de la substance réticulée, du bulbe et de la

protubérance. On peut faire la même remarque pour les cellules nerveuses géantes de l'écorce cérébrale. Ce sont la substance grise intermédiaire de la corne antérieure et postérieure et l'écorce cérébrale qui nous permettent d'étudier le mieux les rapports entre les cellules nerveuses et les cellules

Fig. 4 — *Cellule pyramidale moyenne; multiplication considérable des cellules satellites n'exerçant pas de compression ou en tout cas insignifiante.* — Les neuro-fibrilles sont bien conservées.

satellites. La connaissance exacte de ces rapports, ainsi qu'il résulte de mes recherches, faites d'une façon indépendante de celles de Cerletti et de Esposito, est très utile pour le problème de la neuronophagie.

L'énergie nutritive des cellules satellites est

Fig. 5. — *Cellule pyramidale moyenne de l'écorce cérébrale d'un sujet mort à la suite de mal de Pott.* — Autour de la cellule nerveuse, on voit plusieurs cellules satellites dont quelques-unes possèdent du protoplasma. Les neuro-fibrilles sont très visibles et sans altérations.

considérable. Celle-ci peut s'exalter en même temps que des troubles de nutrition de la cellule nerveuse, et, dans ce cas, cette dernière est le siège de lésions régressives; la nutrition de la cellule nerveuse peut paraître ne pas souffrir; elle est alors d'aspect normal.

La nutrition très active des cellules satellites dans un certain nombre d'états pathologiques a pour conséquence leur croissance en volume et leur multiplication plus ou moins considérable (fig. 4 et 5), soit par le processus de la multiplication directe, soit par la division indirecte.

Ce dernier procédé de division est, du reste, très rare. La multiplication directe, très active dans le cerveau de certains malades, donne naissance à de véritables nids de cellules satellites (fig. 6), situées soit autour de la cellule nerveuse, soit sous forme de croissant, soit localisées à l'une des régions de la cellule, comme c'est le cas pour la partie basale des moyennes et grosses pyramides.

La direction suivie par les cellules ainsi multipliées est sans doute celle qui offre la moindre résistance. Or, comme le tissu environnant est souvent plus résistant que la cellule nerveuse, les cellules satellites se développent plutôt autour de la cellule nerveuse, qu'elles enveloppent, pour ainsi dire, dans un manteau formé de ces éléments. On dirait qu'à la base de certaines pyramides, il y a une espèce de cavité virtuelle que les cellules satellites transforment en cavité réelle par leur multiplication active. On peut parfois observer, à la base des grosses et moyennes pyramides, un grand espace clair rempli de cellules satellites. Ce sont surtout les cellules satellites rondes augmentées de volume, à protoplasma incolore, qui exercent une compression plus ou moins considérable sur la cellule nerveuse, dont le protoplasma est probablement moins élastique que celui des cellules satellites. A cause du coefficient différent de résistance de ces deux éléments, cellules nerveuses et cellules satellites, c'est presque toujours la cellule nerveuse, dont le coefficient de résistance est plus faible, qui se déforme au niveau des points de contact avec les cellules satellites.

Fig. 6. — *Cellule pyramidale moyenne comprimée par des cellules satellites augmentées de nombre.* — (Ecorce cérébrale d'une femme morte avec hyperthermie).

Il est probable qu'après la division des cellules satellites, ces dernières diminuant de volume, la cellule nerveuse, malgré sa faible élasticité, peut revenir parfois à sa forme antérieure. Que deviennent les éléments constitutifs de la cellule nerveuse à la suite de la compression exercée par les cellules

satellites? A ma grande surprise, j'ai pu constater, à l'aide de la méthode de Cajal, que, malgré la compression apparente, parfois même considérable, les fibrilles de la cellule nerveuse ne sont pas altérées : elles ne sont ni dégénérées, ni détruites. Nous ne possédons pas de recherches expérimentales sur le degré de compressibilité de la cellule nerveuse compatible avec la conduction des neuro-fibrilles dans cette même cellule. Mais les recherches très intéressantes de Bethe nous prouvent que les fibres des nerfs périphériques sont capables de conduire encore après avoir subi une forte compression. C'est ainsi que, pour interrompre la conductibilité du sciatique chez la grenouille, il fallait employer un poids de 40 à 50 grammes.

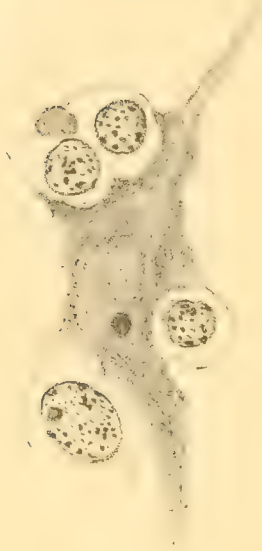


Fig. 7. — *Cellule pyramidale moyenne de l'écorce cérébrale d'un vieux chien.* — On voit autour de la cellule quelques cellules satellites qui déforment la périphérie de la cellule nerveuse.

Les expériences de Bethe, précisément, nous permettent de comprendre pourquoi, dans nos cas, malgré la compression exercée par les cellules satellites sur les cellules nerveuses dans les différents états pathologiques et dans la vieillesse, il n'existe pas souvent de troubles dus à la compression.

Fig. 8. — *Même cas que la figure précédente, mais la lésion est ici moins avancée.* — On y voit très clairement des cellules à noyaux foncés *cf* et des cellules à noyaux clairs cc^1 et cc^2.

Mais, si la compression de la cellule nerveuse par les cellules satellites peut laisser les neuro-fibrilles intactes, il ne s'ensuit pas qu'il en soit toujours de même. Il y a des cas de compression où les neuro-fibrilles périphériques des cellules nerveuses sont disparues, et cette compression progressive peut aboutir à la désorganisation de la cellule nerveuse, à son atrophie, et même à sa disparition. Dans ce dernier cas, la disparition de la cellule nerveuse n'est pas due à un phénomène de phagocytose de la part des cellules satellites : elle est purement et simplement la conséquence d'un phénomène mécanique ; c'est ce qui se passe également dans les ganglions spinaux dans les cas de rage des rues. Il est très rare de voir à la place de la cellule nerveuse disparue, soit dans la rage, soit dans d'autres états pathologiques, des macrophages chargés de débris de cellules nerveuses. Ces dernières disparaissent dans la plupart des états pathologiques par un mécanisme d'histolyse. La cellule nerveuse perd petit à petit ses différents composants, qui se répandent dans le tissu ambiant, où ils sont absorbés par les divers éléments interstitiels.

Je me suis demandé si la rétraction de la cellule nerveuse au voisinage des cellules satellites ne représenterait pas un phénomène actif ou un phénomène de défense : cette hypothèse ne paraît pas être exacte, étant donné que la cellule nerveuse n'est pas le siège de phénomènes d'amiboïsme. Aussi, cette rétraction doit être considérée comme un phénomène passif réalisé par la compression des cellules satellites. En tout cas, je n'admets pas l'opinion de M. Cerletti, qui voit dans cette rétraction un phénomène artificiel.

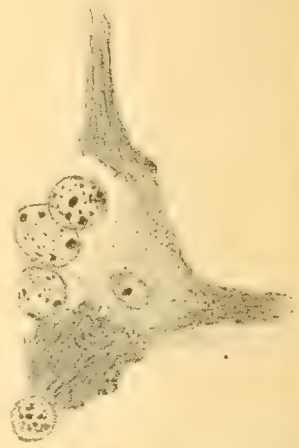


Fig. 9. — *Même cas que la figure précédente.* — On y voit la destruction des fibrilles due à la compression exercée par les cellules satellites.

Les cellules des cornes antérieures et des noyaux moteurs du bulbe, à l'état normal comme chez les vieillards, ne sont pas accompagnées d'un grand nombre de cellules satellites. Aussi, leur étude n'offre pas d'importance au point de vue de la théorie de la sénilité proposée par M. Metchnikoff. Il n'en est pas de même pour les ganglions spinaux, dans lesquels M. Pugnat avait admis depuis longtemps qu'il existe une phagocytose des cellules nerveuses chez les animaux âgés.

J'ai examiné les *ganglions spinaux* de différents sujets dont l'âge varie entre trois et cent deux ans. Presque tous ces ganglions provenaient de sujets atteints d'une maladie du système nerveux. On peut affirmer que, d'une façon générale, les cellules de la capsule sont plus nombreuses chez les sujets âgés et qu'elles atteignent leur maximum de prolifération dans la rage.

La lèpre, la pellagre, différentes affections médullaires des cordons postérieurs, nous offrent aussi une multiplication assez considérable des cellules capsulaires. Chez les vieillards, ces cellules peuvent se présenter en deux couches : elles paraissent parfois avoir pénétré à l'intérieur de la cellule nerveuse. Cette pénétration, cependant, représente une éventualité rare : elle n'a lieu que dans les cellules rongées à la périphérie.

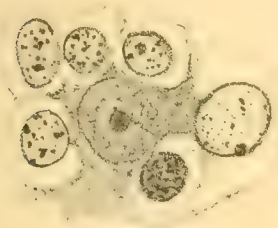


Fig. 10. — *Cellule pyramidale moyenne entourée d'une couche de cellules satellites.* — La cellule, détruite à sa périphérie, présente des excavations profondes où logent les cellules satellites (Ecorce cérébrale d'un chien âgé).

Ces recherches ne me permettent donc pas non plus d'admettre que la mort des cellules des ganglions spinaux soit due à un phénomène de phagocytose.

Dans l'*écorce cérébrale* des sujets et des animaux âgés (fig. 7-11), surtout chez ces derniers, on trouve, de même que dans les états pathologiques, une multiplication plus ou moins considérable des cellules satellites. Le degré de prolifération de ces cellules est variable chez les vieillards ; car, chez trois sujets ayant dépassé cent ans, elle était peu accusée dans un cas (malade âgé de cent dix-sept ans) et plus manifeste dans les deux autres. Je l'ai toujours rencontrée chez le chien ayant dépassé douze ans. Les cellules satellites multipliées se comportent de différentes manières à l'égard des cellules nerveuses. Tantôt la compression qu'elles exercent sur ces dernières est insignifiante ; d'autres fois, elle est bien accusée (fig. 7, 8 et 11) ; enfin, elle peut encore aboutir à la désorganisation plus ou moins complète de la cellule (fig. 9 et 10). Un caractère constant de ces cellules satellites ou bien de ces cellules névrogliques interstitielles chez les vieillards, c'est la présence, à leur intérieur, de granulations pigmentaires.

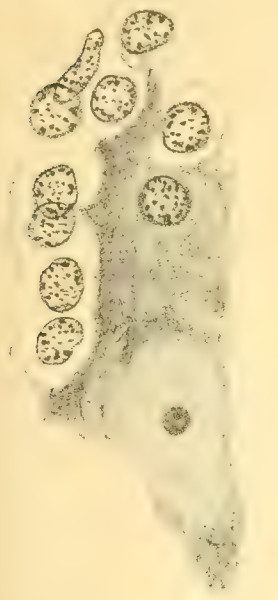


Fig. 11. — *Cellule pyramidale géante de l'écorce cérébrale d'un chien très âgé.* — La périphérie de la cellule comprimée est détruite en partie par les cellules satellites multipliées.

Les cellules nerveuses présentent dans ces cas deux ordres de lésions : des lésions dues à la compression exercée par les cellules satellites, et des lésions primaires, indépendantes, qui peuvent s'exercer en dehors de la compression et sur lesquelles je reviendrai plus loin (fig. 12).

IV

Quelle est la nature des cellules satellites et comment exercent-elles leur action sur les cellules nerveuses voisines ?

Il me semble hors de doute que les cellules satellites ne représentent, ainsi que Cajal et moi-même l'avons montré, que des cellules névrogliques, et non point des éléments mobiles émigrés des vaisseaux. Je ne veux pas nier, d'une façon formelle, que, dans les différents états pathologiques, il n'y ait pas également des cellules migratrices, car j'ai vu moi-même, dans un cas de méningite expérimentale suppurée, des leucocytes polynucléaires autour des cellules nerveuses. Mais j'affirme que les cellules satellites, dans la grande majorité des cas, ne représentent qu'une disposition normale ou bien une réaction pathologique des cellules névrogliques et que, par conséquent, ces cellules ne peuvent pas être considérées comme des macrophages. Les recherches récentes de Cerletti et de Esposito ne font que confirmer mon opinion à ce point de vue. Il est vrai que ces auteurs nient complètement le processus de neuronophagie dans le sens que d'autres auteurs et moi lui avons attribué.

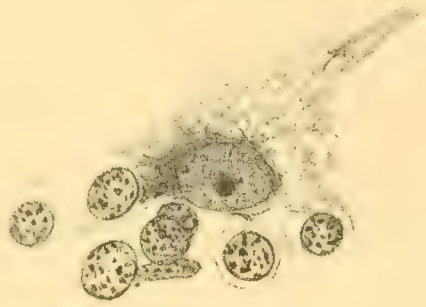


Fig. 12. — *Grosse cellule pyramidale de l'écorce cérébrale d'un chien âgé.* — La cellule est le siège de lésions et d'une destruction du protoplasma ; en bas, cellules satellites.

Ainsi qu'on le voit, les macrophages décrits par M. Metchnikoff dans l'écorce des vieillards ont pour nous une toute autre signification.

Pour prouver, en effet, que les macrophages digèrent les éléments nobles des tissus, il faudrait prouver encore deux choses :

1° La présence des composants des éléments nobles dans les macrophages, et, dans le cas

actuel, des éléments constitutifs de la cellule nerveuse dans les neuronophages ;

2° La destruction structurale progressive des cellules nerveuses chez les sujets âgés par ces mêmes macrophages.

Or, M. Metchnikoff n'a démontré aucun de ces deux faits.

Dans ces conditions, je prendrai la liberté de demander sur quoi repose sa conception anatomique de la vieillesse. Le protoplasma des neuronophages, d'après la description de M. Metchnikoff, est incolore et ne contient rien à son intérieur qui nous permette de croire qu'il est le siège d'une digestion intra-cellulaire. J'ai constaté que les liquides de Flemming, de Marchi ou de Busch ne colorent pas, dans les macrophages, les granules noirs, comme cela se voit dans les cellules dites granuleuses qu'on rencontre en masse dans les dégénérescences du système nerveux central.

D'autre part, ni dans la moelle, ni dans le cerveau, les mêmes méthodes de coloration ne décèlent de fibres dégénérées telles qu'on les voit toutes les fois que les cellules d'origine de ces fibres sont atrophiées.

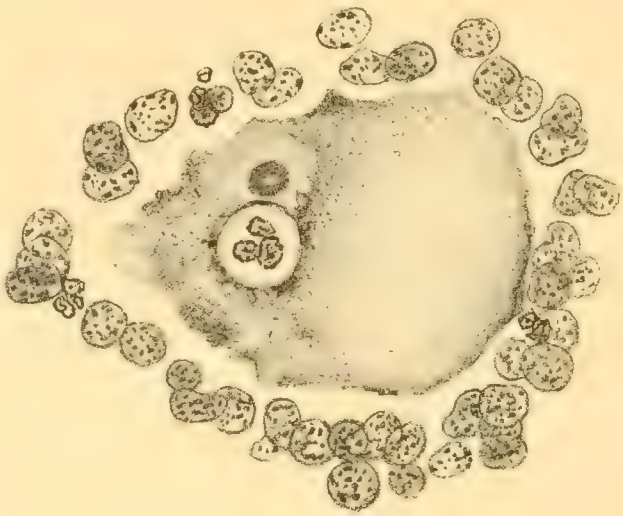


Fig. 13. — *Cellule des ganglions spinaux dans un cas de rage humaine. Prolifération des cellules de la capsule.* — La cellule nerveuse en état d'achromatose est un peu rétractée, et, à son intérieur, on voit un leucocyte polynucléaire.

Après avoir établi que la plupart des cellules satellites représentent des cellules névrogliques, il s'agit de connaître si leur multiplication dans les états pathologiques et dans la vieillesse constitue un phénomène de phagocytose, ou bien si l'on doit lui attribuer une autre signification. Il faudrait, pour éclaircir cette question, s'entendre sur la nature intime de la phagocytose. Grâce aux recherches remarquables de plusieurs savants, et surtout de M. Metchnikoff et de ses élèves, nous savons que la phagocytose est un phénomène complexe. Elle se compose de trois actes différents : il y a tout d'abord un phénomène d'ordre chimiotaxique, en vertu duquel il se produit une attraction ou bien une répulsion de certains éléments mobiles vers la région où va se passer le processus de la phagocytose; il y a, ensuite, un phénomène bio-mécanique, par lequel l'élément mobile englobe le corps qui sera phagocyté ; enfin, un acte intracellulaire de digestion : la phagocytose proprement dite. Ces trois actes se rencontrent dans toute phagocytose complète. Parfois, cependant, la phagocytose ne peut poursuivre le cycle des trois phénomènes; elle se réduit à deux de ces processus. J'ajoute que, dans la grande majorité des cas de phagocytose décrits par M. Metchnikoff, les éléments mobiles attaquent les corps étrangers inertes, des microbes vivants ou morts, et enfin des débris d'éléments cellulaires.

Or, dans les nombreuses pièces que j'ai eues à étudier, provenant du système nerveux central de vieillards ou bien d'animaux âgés, je n'ai pas eu l'occasion de rencontrer les phénomènes qui constituent la phagocytose; et cependant, s'il s'agissait d'une digestion intracellulaire, on devrait trouver, absolument, des fragments de substance nerveuse à l'intérieur des cellules satellites, les macrophages de M. Metchnikoff[1].

Je n'aurai qu'à invoquer à cet égard quelques expériences intéressantes de M. Metchnikoff lui-même. Ce savant a injecté dans le péritoine de cobayes un mélange de cerveau et de toxine tétanique. Quelques minutes déjà après l'injection de ce mélange, les macrophages se trouvent bourrés de matière cérébrale; souvent, on ne distingue plus que le noyau des leucocytes entourés de masses de myéline et de fragments de cellules nerveuses. Quelques heures après l'injection, quelquefois même au bout de vingt minutes seulement, on ne trouvera plus de matière cérébrale libre : elle sera toute englobée par les macrophages.

Je pense que M. Metchnikoff lui-même, ayant pressenti les difficultés auxquelles se heurte la théorie de la phagocytose appliquée aux lésions de la vieillesse, a essayé de donner à la phagocytose une autre tournure en admettant que, chez les vieillards, il ne s'agit pas, à proprement parler, d'une véritable phagocytose de la substance nerveuse, mais d'une succion, comme cela se passe chez les Acinétiens. J'estime que, même dans cette hypothèse, on devrait voir à l'intérieur des pré-

[1] Metchnikoff : Toxine tétanique et leucocytes. *Annales de l'Institut Pasteur*, 1898, p. 263.

tendus macrophages des débris constitutifs de la cellule nerveuse.

La phagocytose joue un rôle beaucoup moins considérable dans le système nerveux que je ne l'avais pensé tout d'abord. Dans les états pathologiques les plus divers, de même que dans la vieillesse, la cellule nerveuse altérée peut disparaître complètement sans l'intervention des phagocytes. C'est ainsi qu'on peut voir, dans certaines affections chroniques de la substance grise antérieure, que les cellules nerveuses de la corne antérieure s'atrophient progressivement et finissent par disparaître sans qu'elles deviennent la proie des phagocytes. Elles disparaissent par une espèce de fonte, par histolyse; ce mode de disparition des cellules est fréquent. La cellule nerveuse peut disparaître également dans les ganglions spinaux de la rage et dans les cellules grosses et moyennes de l'écorce cérébrale par compression. Les cellules interstitielles sont ou de nature endothéliale, comme c'est le cas pour celles qui tapissent la capsule des cellules nerveuses des ganglions spinaux, ou de nature névroglique, comme sont les cellules satellites dans le système nerveux central.

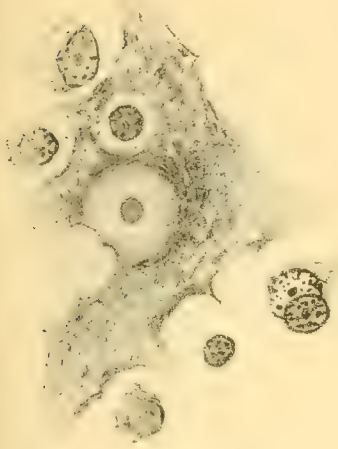


Fig. 14. — *Cellule de la corne antérieure du chat. Intoxication par la toxine du botulisme.* — (Laboratoire de M. Van Ermengem). La périphérie de la cellule est détruite par les cellules satellites, et l'une de celles-ci a pénétré dans la cellule nerveuse.

Si la multiplication des cellules satellites ne saurait être envisagée tout simplement comme un phénomène de phagocytose, quelle est alors la signification de ce processus? Le grand naturaliste Étienne Geoffroy Saint-Hilaire a attiré l'attention sur le balancement qui existe entre certains organes, c'est-à-dire qu'à mesure que certains s'atrophient, d'autres s'hypertrophient et occupent la place des premiers. Weigert, de son côté, a montré que toutes les fois qu'il y a une destruction des éléments nerveux, la névroglie s'hyperplasie pour combler les vides produits par la disparition du tissu nerveux.

Or, dans ces conditions, on pourrait se demander si l'hypertrophie et la multiplication des cellules satellites après l'arrachement d'un nerf, par exemple, n'auraient pour but que de former des cellules névrogliques pouvant combler les vides que laisse l'atrophie des éléments nerveux.

Sans se dissimuler que cette explication est plutôt la constatation d'un fait qu'une véritable interprétation scientifique, il reste à connaître quelle est la cause initiale de la prolifération des cellules satellites. Car ce n'est pas à une espèce d'instinct cellulaire qu'il faudrait attribuer la multiplication. Il me semble qu'il serait plus conforme à nos connaissances actuelles d'admettre que, le tissu nerveux étant l'appareil qui gouverne la nutrition des autres tissus, de son fonctionnement régulier dépend la nutrition des éléments cellulaires. Or, la lésion des cellules nerveuses doit de toute nécessité troubler l'équilibre nutritif des différents tissus.

Les études précédentes démontrent avec la dernière évidence, si je ne me trompe, que la compression des cellules nerveuses par les cellules satellites dans le système nerveux central et par les cellules qui tapissent la capsule dans les ganglions spinaux et sympathiques peut jouer un grand rôle dans l'atrophie et la disparition des cellules nerveuses, lésions qui autrefois ont été attribuées à la phagocytose.

Mais je ne peux aller aussi loin que MM. Cerletti, Carrier et Esposito, qui nient formellement la pénétration des phagocytes dans le corps cellulaire. J'ai vu à plusieurs reprises des cellules polynucléaires à l'intérieur des cellules des ganglions spinaux dans la rage (fig. 13), et des cellules de névroglie à l'intérieur des cellules de la substance grise intermédiaire de la corne antérieure et postérieure dans la rage et le botulisme (fig. 14).

D'autre part, l'existence de la phagocytose dans le système nerveux central, tout en étant un phénomène rare, existe bien sous forme de névrophagocytose, c'est-à-dire que les phagocytes, véritables macrophages, font l'office de balayeurs de la mort; ils déblaient le terrain occupé par les cadavres des cellules et des fibres nerveuses. Les plus beaux exemples du genre nous sont offerts par les embolies artificielles de la moelle épinière avec poudre de lycopode et par la cautérisation du cerveau. Dans le premier cas, on voit la plupart des cellules de la corne antérieure et de la substance grise intermédiaire se transformer en des blocs rouges uniformes, dont quelques-uns possèdent des prolongements tandis que d'autres en sont dépourvus ou les ont atrophiés. Tous ces blocs cellulaires sont privés de noyau. Ils sont teintés en rouge foncé opaque. Sur les côtés et à la surface de la cellule sont amassés en nombre plus ou moins grand des phagocytes de forme variable et chargés de granulations colorées en noir par l'acide

osmique (fig. 15). Outre ces granulations noires inégales, parfois si nombreuses qu'elles farcissent les phagocytes au point qu'il est impossible d'en étudier la structure, on voit aussi des vacuoles. Ces phagocytes ou, mieux, ces neuronophages sont tantôt complètement attachés à la cellule nerveuse, tantôt situés à une certaine distance. Ils s'adaptent aux échancrures et aux sinuosités de la cellule

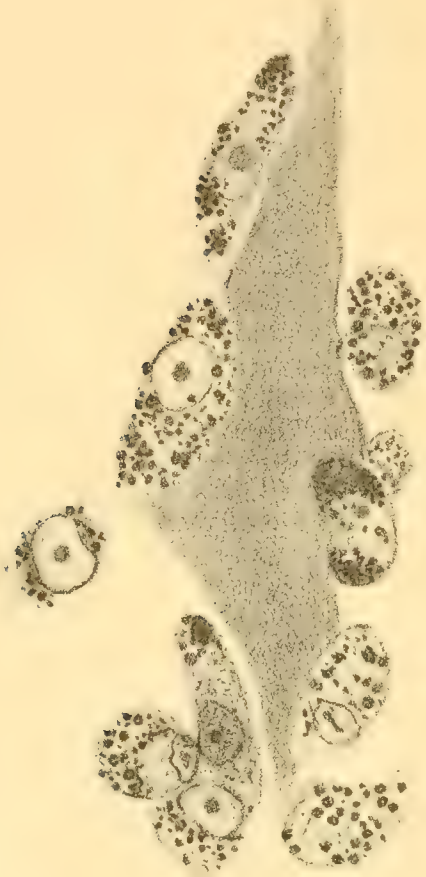


Fig. 15. — *Cellule de la corne antérieure. Embolie par injection de poudre de lycopode.* — La cellule présente la nécrose de coagulation. Les macrophages sont chargés de granulations colorées en noir par l'acide osmique et présentent des produits de digestion intra-cellulaire.

nerveuse, dans lesquelles ils se moulent pour ainsi parler. Leur forme varie à l'infini, et cette forme dépend de celle de la partie de la cellule nerveuse qui est condamnée à être détruite. Ainsi la figure 16 représente ces phagocytes à cheval sur le sommet de la cellule qu'ils sont en train de dévorer.

Il était facile de prévoir que les cellules nerveuses de l'écorce cérébrale chez les vieillards dussent présenter différentes altérations des éléments qui constituent cet organite. En effet, les différentes intoxications d'origine endogène ou exogène, les infections, l'usure plus ou moins grande due au surmenage et à la fatigue, laissent des traces qui modifient le chimisme et la structure de la cellule nerveuse. Une cellule dite sénile doit avoir subi le contre-coup de ces différents facteurs nocifs; d'autre part, la circulation cérébrale ne fonctionne plus d'une façon normale, par suite de l'artério-sclérose, si fréquente chez les sujets âgés. Aussi, n'est-il pas étonnant de trouver presque toujours dans les cellules cérébrales des vieillards des lésions qui devraient être mieux connues qu'elles ne le sont actuellement.

Tout d'abord, j'ai montré, dans un travail antérieur, que les *cellules nerveuses* diminuent progressivement de volume à mesure qu'on avance en âge. Il est difficile de préciser au juste le moment de l'apparition de cette atrophie. David Or et Robertson ont également décrit dans le cerveau des vieillards une atrophie des cellules nerveuses. Cette atrophie peut aboutir à une disparition complète de la cellule nerveuse, ce qui nous explique la raréfaction des cellules d'une coupe cérébrale de cerveau sénile comparée à une coupe de cerveau d'adulte. Ensuite, les *éléments chromatophiles* diminuent aussi de volume, principalement dans la région périnucléaire, et peu à peu ils se réduisent en de fines particules donnant parfois à l'altération cellulaire l'aspect d'une chromatolyse centrale. Carrier a trouvé, en outre, que le *noyau* devient aussi le siège d'altérations; sa membrane est irrégulière et s'estompe, de nombreuses particules colorées apparaissent dans le caryoplasma.

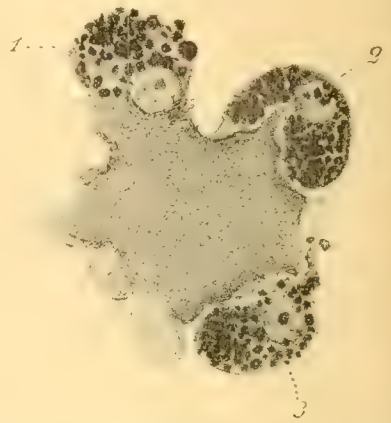


Fig. 16. — *Cellule de la corne antérieure en état de nécrose de coagulation par suite de l'injection de poudre de lycopode dans la moelle épinière.* — La cellule nerveuse atrophiée présente à sa périphérie trois macrophages en train de dévorer le cadavre de la cellule; 1, 2, 3, macrophages. (Remarquez le macrophage 2, en forme de fer à cheval, appliqué sur un pic du corps cellulaire pour le dévorer).

Toujours d'après cet auteur, le *nucléole* semble se fragmenter et s'effacer peu à peu ; finalement, noyau et nucléole disparaissent. Un autre phénomène très fréquent et presque constant dans le cerveau des séniles, c'est la présence d'un grand

nombre de granulations jaunâtres auxquelles certains auteurs allemands ont donné le nom de lipochrômes.

Jusque dans ces derniers temps, on ignorait l'état des neuro-fibrilles dans les cellules du système nerveux chez les vieillards. Mes recherches récentes démontrent que, si les neuro-fibrilles peuvent être intactes dans beaucoup de cellules, dans d'autres, au contraire, elles subissent des modifications différentes, suivant la nature de la lésion cellulaire. Dans les cellules nerveuses comprimées par les cellules satellites, nous avons vu (fig. 9) plus haut qu'elles peuvent être détruites; dans d'autres, elles peuvent présenter la dégénérescence granuleuse et l'atrophie. Enfin, dans les cellules à pigment jaune, le réseau fibrillaire finit par disparaître lorsque la masse pigmentaire s'est développée d'une façon excessive. Certaines cellules présentent, dans la région pigmentée, une hypertrophie plus ou moins considérable des travées fibrillaires; celles-ci s'hypertrophient et se colorent d'une façon intensive par le nitrate d'argent réduit. L'atrophie et la dégénérescence des fibrilles conduit à l'atrophie et à la disparition des cellules nerveuses. Cette constatation nous explique, sans doute, la diminution du nombre et celle du volume des cellules nerveuses. Des petits vaisseaux de la substance grise cérébrale peuvent également être altérés, altération qui retentit sur la structure et la fonction des cellules nerveuses. On sait, en effet, combien la cellule nerveuse est sensible à l'anémie : la ligature de l'aorte abdominale chez le lapin le démontre avec évidence. L'animal présente une paralysie subite après cette opération. Or, mes études histologiques[1], ainsi que les nombreuses recherches expérimentales de Verworn[2] et de ses élèves, témoignent que la cellule nerveuse est un être aérobie par excellence.

En l'absence d'oxygène, la cellule nerveuse perd son équilibre instable et meurt, tandis que les cellules névrogliques persistent et peuvent même se multiplier. J'ai toujours été frappé de ce contraste existant entre la nutrition des éléments nobles de l'organisme : cellules nerveuses, rénales, hépatiques, etc., qui ne peuvent pas vivre sans oxygène, — et celle des cellules interstitielles, qui vivent à la manière des anaérobies.

Or, l'état d'ischémie et d'hypoxygénation créé chez les vieillards par les lésions si fréquentes du système artériel peut nous expliquer certains troubles morphologiques et fonctionnels existant chez les séniles : d'une part, les lésions des neurofibrilles et des éléments chromatophiles et l'augmentation du pigment des cellules nerveuses; d'autre part, la diminution des différentes fonctions cellulaires entraînant la fatigue, l'épuisement, l'affaiblissement de la mémoire, le ralentissement de la circulation et des diverses sécrétions.

Les expériences si intéressantes de Verworn ont établi que le mécanisme de la *fatigue* consiste dans l'accumulation des produits de désintégration dans la cellule nerveuse, tandis que l'*épuisement* résulte du défaut d'apport de substances nutritives nouvelles, et, en première ligne, de l'oxygène.

Les troubles de la circulation des cellules nerveuses, les affections antérieures, la présence de substances toxiques dans le torrent circulatoire et à l'intérieur des cellules nerveuses chez les vieillards en état d'hypoxygénation, nous expliquent la multiplication des cellules satellites. Or, ce processus, nous l'avons vu, ne constitue point un phénomène phagocytaire ; il relève d'un trouble de nutrition. Les lésions dynamiques et organiques des cellules nerveuses doivent également retentir sur les ferments intracellulaires, qui subissent des modifications dans leur constitution. Voilà donc une nouvelle cause de diminution dans l'intensité des phénomènes vitaux de la cellule nerveuse. La quantité d'énergie potentielle, l'intensité des phénomènes d'oxydation et de déshydratation seront à leur tour ralenties. Toutes ces différentes perturbations dans la nutrition et la fonction des cellules nerveuses chez les vieillards nous expliquent pourquoi la réparation organique, et partant la fonction, sont chez eux toujours plus débiles et insuffisantes.

Dans ces conditions, la mort de la cellule nerveuse, comme celle des autres éléments de l'organisme, apparaît comme une fatalité, comme quelque chose d'inévitable et d'inéluctable. Weismann, il est vrai, a soutenu autrefois que la mort de certains organismes n'est pas une nécessité. D'après cet auteur, il existerait une différence fondamentale entre les organismes pluricellulaires et certains êtres unicellulaires. Chez les premiers, la mort est un phénomène naturel, car, chez eux, il se produit des phénomènes de sénescence, précédés en général par une diminution du pouvoir reproducteur des cellules somatiques. Par contre, lorsque les êtres unicellulaires ont atteint une certaine croissance, ils se divisent en deux moitiés qui, à leur tour, augmentent de volume, se divisent plus tard de la même façon, et ainsi de suite. Weismann a supposé que ce processus de croissance et de multiplication des êtres unicellulaires se renouvelait indéfiniment, parce qu'il y a chez ces êtres une continuité ininterrompue de la vie.

[1] G. Marinesco : Du rôle de la névroglie dans l'évolution des inflammations et des tumeurs. Rapport présenté à la Section d'Anatomie pathologique au XIIIe Congrès international de Médecine, Paris, 1900. *Revue neurol.*, 15 oct. 1900.

[2] Verworn : Ermüdung und Erholung. *Berl. Klin. Wochenschrift*, 1901, p. 5.

Les organismes unicellulaires seraient donc immortels; la mort ne serait pas un phénomène inhérent à la nature même de la substance vivante, ne reposant pas sur des causes purement internes, tenant à l'essence de cette substance. Pour Weismann, la mort serait un phénomène d'adaptation apparu sur la Terre au cour du développement des organismes pluricellulaires. Chez les êtres unicellulaires, au contraire, point de mort, parce qu'autrement l'espèce s'éteindrait.

La mort des organismes multi-cellulaires serait ainsi la suite des conditions externes, non internes de l'existence. La cause réelle de la mort, dit Weismann, doit être cherchée non dans l'usure des cellules somatiques, mais plutôt dans les limites du pouvoir reproducteur de ces cellules. Nombre d'objections ont été soulevées contre cette manière de voir. On a contesté tout d'abord que l'on eût le droit de déclarer les organismes unicellulaires immortels uniquement parce que leur corps ne passerait jamais à l'état de cadavre. On a dit avec raison que la vie individuelle cesse lorsqu'un organisme cellulaire se divise en deux moitiés. D'immortalité, il ne saurait être question, parce qu'en réalité la vie individuelle a disparu avec la division cellulaire. Tandis que Grüber se rangeait à l'opinion de Weismann, Hertwig, qui a étudié d'une façon si exacte le processus de la conjugaison des Infusoires, établissait qu'une partie de chacune des cellules issues de ce processus succombe et meurt, et en particulier le noyau principal et une partie des noyaux secondaires. Ces éléments cellulaires tombent en débris, qui sont complètement dissous dans le protoplasma. On y rencontre donc des parties de l'individu qui meurent réellement. Bref, l'opposition fondamentale postulée par Weismann entre les organismes unicellulaires et pluricellulaires tombe d'elle-même tout à plat. Ainsi que le remarque Verworn, toute la différence réside uniquement dans le rapport quantitatif entre la substance qui *survit* et celle qui *meurt*. Chez les organismes pluricellulaires aussi, il n'y a que les cellules somatiques qui meurent, les cellules destinées à la reproduction pouvant demeurer en vie.

Du reste, Maupas[1] a démontré contre Weismann et son disciple Grüber, chez les Ciliés, l'existence d'une mort naturelle, causée par la sénescence, mort qui n'a rien de pathologique. Il n'existe, en effet, chez ces Protozoaires, dit Maupas, aucune partie, aucun élément qui, par lui-même et par ses propres facultés seules, puisse se maintenir et vivre indéfiniment. Le micro-nucléus, qui devrait être considéré comme le véritable substratum du plasma immortel, loin de jouir d'une jeunesse éternelle, paraît, au contraire, être affecté d'une caducité plus grande et plus prématurée que celle des autres parties de l'organisme.

De tous les noyaux, c'est le micronucléus qui s'atrophie et disparaît le premier sous l'influence de la dégénérescence sénile.

Cette caducité prématurée des noyaux et cellules germinales se constate, d'ailleurs, également chez les Métazoaires supérieurs. On sait, en effet, que, chez eux, c'est la fonction des glandes sexuelles et la génération qui faiblissent les premières et que ces êtres deviennent stériles longtemps avant que les autres fonctions aient subi une dégradation un peu sensible.

V

Nous sommes donc obligé de chercher la raison de la mort dans l'organisme cellulaire lui-même. Il se peut que les causes intrinsèques de la mort restent toujours entourées d'obscurité; mais je pense qu'en étudiant de plus près les conditions morphologiques des cellules, chez les vieillards, on pourra jusqu'à un certain point pénétrer le mécanisme de la mort. Assurément, nous n'avons pas tenté dans ce travail de résoudre l'énigme de la mort, mais nous croyons avoir démontré que la mort dite naturelle de la cellule nerveuse ne représente pas une lutte entre celle-ci et les macrophages : elle est la résultante des modifications intimes, d'ordre chimique et morphologique, qui se jouent dans l'organisme cellulaire.

L'exposition des faits précédents nous autorise à envisager l'involution, ou mieux, la sénilité de la cellule nerveuse comme un phénomène inévitable. Peut-être faudrait-il chercher la cause de ce phénomène, non seulement dans l'absence de réparation consécutive à l'usure, mais aussi dans l'absence de phénomènes de multiplication des cellules nerveuses. Le rajeunissement de la cellule nerveuse par un moyen quelconque est une impossibilité biologique. Les Infusoires eux-mêmes, ainsi que l'a montré Maupas, ne sauraient se diviser indéfiniment sans présenter des phénomènes de caducité et de dégénérescence. Mais, si l'on donne à l'infusoire l'occasion de se conjuguer avec un autre infusoire dans le même état biologique, alors il grandit, reprend sa taille et reconstitue ses organes.

A côté du procédé de rajeunissement étudié par Maupas chez les Infusoires, un naturaliste américain, Calkins, en a indiqué un autre, de nature

[1] E. Maupas : Recherches expérimentales sur la multiplication des Infusoires ciliés. *Arch. de Zool. experiment.*, 2e série, t. VI, 1888. Le rajeunissement karyogamique chez les Ciliés. *Ibid.*, 1889. L'immortalité des Protozoaires ne peut plus se soutenir après les expériences de Maupas, écrit Buhler de son côté (*l. c.*). Les Protozoaires n'ignorent ni la sénescence, ni la mort, mort amenée par le cours naturel des processus internes de la vie. Personne ne saurait plus révoquer en doute l'existence d'une mort physiologique.

peut-être à modifier en quelque mesure nos connaissances sur le mécanisme de la mort chez les Infusoires. En effet, cet auteur a montré qu'il n'était pas nécessaire de marier l'infusoire pour le rajeunir. Il suffit d'améliorer son régime : en remplaçant, chez la Paramécie caudée, la conjugaison par des bouillons de bœuf et des phosphates, Calkins a pu observer 665 générations consécutives sans tares, sans défaillances, sans signe de vieillesse. Calkins estime donc que la sénescence résulterait de la perte que fait progressivement l'organisme de quelques substances essentielles à la vie! La conjugaison ou l'alimentation intensive agiraient en restituant ce composé nécessaire! En rappelant ces expériences de Calkins, M. Dastre s'est même demandé[1] si la sénescence, c'est-à-dire la trajectoire déclinante, l'évolution se dégradant jusqu'à la mort, serait, pour les cellules considérées isolément, une fatalité profondément inscrite dans l'organisation, et une conséquence rigoureuse de la vie elle-même!

La voie rationnelle à suivre pour renforcer les éléments nobles de l'organisme humain et les empêcher de vieillir, M. Metchnikoff l'a cru voir dans l'emploi de sérums agissant sur les organes en train de vieillir. Malheureusement, il est impossible de préparer ces sérums, non seulement, nous l'avons dit, parce qu'il serait nécessaire de se procurer des organes de cadavres humains immédiatement après la mort, ce qui violerait la loi; mais aussi à cause de l'altération plus ou moins grande des différents viscères humains produite par la maladie dont est mort le malade, et par les différents états pathologiques dont il a eu à souffrir antérieurement. La recherche des causes qui produisent la vieillesse et entraînent fatalement la mort n'en demeure pas moins un sujet d'investigations scientifiques. S'il n'est pas possible de rajeunir l'être humain, et bien moins encore de l'empêcher de mourir, il n'est pas au-dessus des forces humaines de prolonger, dans certaines conditions, une vie nécessairement périssable, puisqu'elle a commencé. Dans nombre d'affections, le médecin paraît bien retarder la mort, prolongeant ainsi la vie du malade.

Georges Marinesco,
Professeur à la Faculté de Médecine de Bucarest.

[1] La Vie et la Mort. L'auteur américain est ici cité d'après ce livre.

L'ÉTAT ACTUEL DE NOS CONNAISSANCES SUR LES COLLOIDES

TROISIÈME PARTIE : STATIQUE CHIMIQUE DES SOLUTIONS COLLOÏDALES

APPLICATION DES LOIS DE L'ÉQUILIBRE AUX SYSTÈMES COLLOIDAUX

Jusque dans ces dernières années, les études sur les solutions colloïdales ont manifesté deux tendances opposées. Les chimistes ont cherché, en appliquant les procédés de l'analyse chimique la plus fine, à déterminer la composition chimique des corps colloïdaux, et à en établir la « formule chimique ». Ils considéraient les colloïdes comme des corps chimiques définis, auxquels ils appliquaient les « lois des proportions définies ». Par exemple, dans les recherches si soigneuses de Wyroubolf, de Grimaux, etc., les solutions colloïdales sont considérées *a priori* comme des solutions vraies. Les physiciens et les biologistes ont, de leur côté, placé les solutions colloïdales en dehors du groupe des solutions vraies. Dès lors, ils ont été conduits à n'envisager que les propriétés qui appartiennent en propre aux solutions colloïdales : par exemple, la précipitation par les électrolytes, le transport électrique, la sensibilité aux sels bi et trivalents, etc. Ils ont négligé d'étudier tout un ensemble de propriétés des solutions colloïdales qu'elles ont en commun avec les solutions vraies.

L'étude physico-chimique complète des solutions colloïdales ne pourra être faite que lorsqu'on aura précisé quelles propriétés elles partagent avec les solutions, et quelles propriétés elles ont en commun avec les émulsions et les suspensions. C'est alors seulement qu'on pourra systématiser nos connaissances sur les colloïdes, et prévoir leurs transformations, ainsi que le rôle qu'ils peuvent jouer dans les réactions chimiques.

Dans les parties précédentes[1], nous nous sommes attachés à faire ressortir les ressemblances et les différences des solutions colloïdales et des solutions vraies. Mais, comme on a pu le voir, nous sommes encore loin de l'achèvement de cette étude complexe.

Nous essaierons donc seulement d'en présenter

[1] Voir les deux premières parties de cet article dans la *Revue générale des Sciences* des 30 novembre, p. 1015 à 1030, et 15 décembre, p. 1066 à 1081.

une esquisse, en indiquant dans quel sens nous croyons que se grouperont les résultats partiels.

Déterminons tout d'abord exactement quel est le problème à étudier.

Qu'il s'agisse d'un système quelconque de corps, simple ou complexe, on est toujours amené à se poser à son sujet la série suivante de questions :

1° Quelle est la *composition* de ce système? Par exemple, est-il formé d'un seul corps chimiquement défini ; ou bien a-t-on affaire à un mélange de plusieurs corps, eux-mêmes chimiquement définis?

2° Si l'on est en présence d'un mélange, quelle est sa *constitution?* a-t-on affaire à un système homogène, ou à un système hétérogène; et si c'est à un système hétérogène, quel est le nombre de phases, et quelle est la composition de chacune d'elles?

3° Quelles sont les *transformations* que subit ce système sous l'action des différents agents physiques, ou par addition de nouveaux corps chimiques?

4° Quelles sont les différentes *conditions d'équilibre* de ce système?

Nous allons nous poser ces questions à propos des solutions colloïdales, et tenter d'y répondre.

I. — Composition chimique des solutions colloïdales.

Comment répondre à cette première question : Quelle est la composition chimique des solutions colloïdales? Une solution aqueuse d'un corps quelconque non volatil étant donnée, on peut dire, d'une manière générale, que les méthodes permettant de répondre à une pareille question consistent à séparer l'eau ou le corps dissous de la solution, en employant les divers moyens physiques ou chimiques, et à étudier : 1° la marche de cette séparation; 2° les propriétés du corps séparé.

§ 1. — Marche de la séparation des colloïdes par les agents physiques.

Si l'on évapore une solution vraie de manière à suivre sa température d'ébullition, à pression constante, ou sa tension de vapeur, à température constante, on sait que cette température ou cette pression diminuent d'une manière continue, jusqu'à un certain moment. A l'instant où l'un des corps dissous commence à se séparer, on aperçoit dans la courbe d'élévation de la température ou dans celle de diminution de la tension de vapeur, un point singulier. Si l'on continue alors l'opération, deux cas peuvent se présenter : ou bien la température d'ébullition (ou la tension de vapeur) reste invariable, ou bien elle continue à changer. Dans le premier cas, on peut affirmer qu'il n'y avait qu'un seul corps dans la solution (il ne pourrait y en avoir plusieurs que si les corps avaient la propriété de commencer à se déposer exactement au même moment; exemple : les mélanges racémiques et certains corps isomorphes). Dans le deuxième cas, on peut toujours affirmer que la solution contient plusieurs corps.

Si l'on refroidit la solution et qu'on note sa température, on voit se séparer de la solution, soit un des corps qu'elle contenait, soit de la glace. Si l'on continue à refroidir, il arrive un moment où il se forme de la glace en même temps qu'un des corps dissous se sépare de la solution. Si, alors, on continue à refroidir, deux cas peuvent se présenter. Ou bien la température du système ne change plus, ou bien elle continue à varier. Dans le premier cas, on peut être sûr qu'il n'y avait primitivement qu'un seul corps en solution (sauf la même réserve que plus haut); dans le deuxième cas, qu'il y en avait plusieurs. On voit que, dans tous les cas, si la courbe de température ou de tension de vapeur présente un point de discontinuité, et qu'il ne se produit plus ensuite de variation, la solution ne contient qu'un corps.

Si nous effectuons les mêmes opérations sur une solution colloïdale, nous avons vu que, pour les solutions diluées, on n'observe ni abaissement de la tension de vapeur, ni élévation du point d'ébullition, ni abaissement du point de congélation. Pour les solutions concentrées, la tension de vapeur varie d'une manière continue. On se souvient que van Bemmelen a démontré par ce fait que les solutions colloïdales ne sont point composées d'hydrates.

Ainsi l'étude de la marche de la séparation des solutions colloïdales ne peut nous renseigner en rien sur leur composition chimique.

§ 2. — Composition des corps séparés ou précipités des solutions colloïdales.

Dès lors, on doit essayer d'employer le second moyen d'étude, l'analyse du corps séparé de la solution, soit par l'action des agents physiques (résidu sec), soit par addition de corps solubles (précipité).

C'est ce que, depuis Graham, ont tenté de faire tous les chimistes, appliquant ainsi les mêmes méthodes que celles qu'ils employaient pour étudier la composition des solutions vraies. Or, la question se pose de savoir si ces méthodes peuvent être transportées sans corrections, sans restriction, de la chimie des solutions vraies dans celle des solutions colloïdales.

1. *Colloïde séparé par l'action des agents physiques.* — Le résidu sec d'une solution vraie contient le corps même qui se trouvait en solution. On peut

douter qu'il en soit de même pour le résidu sec d'une solution colloïdale.

Dans le chapitre relatif à la préparation des solutions colloïdales, nous avons montré que la plupart des colloïdes résultent de l'action lente de deux ou plusieurs corps l'un sur l'autre. L'excès de ces corps, lorsque la solution colloïdale est formée, peut être enlevé en grande partie par dialyse, lavage ou évaporation. Mais — et ce phénomène se rattache à ceux dont nous avons parlé plus haut — il reste toujours dans la solution colloïdale une faible quantité de l'un ou de l'autre des corps constituants. Le résidu sec d'une solution colloïdale a donc toujours une composition complexe. Par exemple, l'hydrate ferrique colloïdal, préparé par dissolution d'oxyde de fer dans HCl, contient toujours du Cl. Le sulfure d'arsenic contient toujours une petite quantité d'H^2S. L'argent colloïdal, obtenu par réduction du nitrate d'argent par du sulfate de fer en présence d'une grande quantité de citrate de soude, contient toujours du fer, malgré des lavages répétés : les solutions d'argent colloïdal préparées et purifiées par Prange contenaient 98,04 °/₀ Ag et 0,69 °/₀ Fe. De même, Schneider prépare un argent colloïdal contenant, pour 100 grammes Ag, 0,31 Fe. Pour les colloïdes préparés par la méthode de Bredig, on aurait pu croire qu'aucun corps, autre que le métal, ne se trouve dans la solution colloïdale. Pourtant, des recherches récentes ont montré que le platine colloïdal contient de l'oxygène, dont la présence est certainement due au mode de préparation.

Ainsi la séparation par les agents physiques montrera, dans le résidu, que la composition chimique de la solution colloïdale est complexe : elle ne nous renseignera nullement sur les rapports quantitatifs qu'ont entre eux les corps présents dans la solution. Par exemple, lorsqu'en analysant le résidu sec d'une solution d'hydrate ferrique colloïdal, nous y trouvons une faible quantité de Cl, devons-nous supposer que, dans la solution primitive, se trouvait un corps complexe chimiquement défini, dans la composition duquel entrent une ou deux molécules de chlore pour un grand nombre de molécules de fer, d'oxygène et d'hydrogène? C'est cette supposition implicite qu'ont faite jusqu'ici les chimistes. La plupart d'entre eux ont considéré le résidu sec d'une solution colloïdale comme un composé chimiquement défini, dont l'analyse renseigne complètement sur la solution colloïdale primitive : par exemple, de l'analyse de l'oxyhémoglobine et de sa teneur en fer, on a déduit son poids moléculaire minimum, bien que la teneur en fer de l'hémoglobine cristallisée varie de 0,31 à 0,47 °/₀. Or, nous savons que les solutions colloïdales sont formées de granules en suspension dans un liquide : ces granules n'ont-ils pu s'incorporer les corps présents dans la solution sans avoir pour cela contracté avec eux une combinaison chimique vraie? Les résidus secs des solutions colloïdales sont des résidus colloïdaux : ils présentent donc les phénomènes d'adsorption que nous avons étudiés dans la deuxième partie. N'ont-ils pu adsorber, au cours de la séparation, les corps dont l'analyse révèle ensuite en eux la présence? Ces questions, qui ne peuvent rester sans réponse, nous imposent donc une prudence extrême dans l'extension à la solution colloïdale elle-même des résultats de l'analyse de son résidu sec.

2. *Colloïdes séparés par addition de corps solubles.* — Il est tout aussi douteux qu'on puisse faire état de l'analyse des précipités produits par l'addition de corps solubles aux solutions colloïdales. Déjà, en ce qui concerne les solutions vraies, les chimistes ont montré quels résultats souvent complexes ont les actions produites par les corps solubles ajoutés.

a. *Cas des solutions vraies.* Il nous est facile de le montrer brièvement. Lorsqu'on ajoute un corps soluble à une solution vraie, et qu'il se produit une nouvelle phase solide ou liquide, cette phase peut être formée ou bien d'un seul corps, ou bien de plusieurs corps.

1° Dans le cas où le précipité est formé d'un corps chimiquement défini, deux cas peuvent se présenter :

α) Ce corps pourra être celui qui était primitivement en solution, et qui passe à l'état solide : par exemple, si à une solution aqueuse de KCl on ajoute de l'alcool, il se précipite du KCl. Le corps précipité peut, d'ailleurs, se combiner avec l'eau ; il se formera un hydrate défini ; par exemple, l'addition d'alcool méthylique à une solution aqueuse de carbonate de potassium produira, dans certains cas, la précipitation d'un hydrate de carbonate à 2 mol. H^2O. De même, on peut obtenir un précipité de l'hydrate de $SO^4Na^2 + 10\,H^2O$ par addition d'alcool à la solution aqueuse. Dans quelques cas, il peut même se former différents hydrates ; par exemple, si l'on ajoute de l'alcool à la solution de carbonate de sodium, on peut voir apparaître des hydrates à 10, 7 ou 1 molécule d'eau[1]. Il est très bien établi maintenant que la liaison entre les molécules de sel et l'eau n'existe, pour les hydrates, que dans le précipité ; elle ne préexiste pas dans la solution, et c'est à tort que l'on a conclu de l'analyse du précipité à la présence d'hydrates définis en solution.

β) Le corps précipité chimiquement défini peut

[1] Travaux de Lobry de Bruyn.

ne pas être celui qui était primitivement en solution, mais un composé défini résultant de la combinaison entre le corps additionnel et le corps dissous. Exemple : le précipité formé par addition d'un chlorure à une solution de nitrate d'argent. Quelquefois, le précipité contient, outre les deux corps, de l'eau en proportion bien définie. La précipitation du perchlorure de fer par l'acide chlorhydrique, bien étudiée par Roozeboom et Schreinemakers, en donne un bon exemple. Ces auteurs ont pu obtenir des précipités de composition suivante :

$$2FeCl^3.2HCl.4H^2O$$
$$2FeCl^3.2HCl.8H^2O$$
$$2FeCl^3.2HCl.12H^2O.$$

2° Lorsque apparaît une nouvelle phase solide ou liquide contenant plusieurs corps chimiquement définis, deux cas peuvent encore se présenter.

α) Il se forme un précipité solide contenant plusieurs corps chimiquement définis, et c'est la proportion de ces corps qui peut varier. Par exemple, si, à une solution de carbonate de sodium, on ajoute une certaine quantité d'alcool, on pourra, comme l'a montré Ketner, obtenir un précipité contenant deux hydrates différents à 1 et à 7 molécules d'H^2O. De même, par addition d'HCl à une solution de perchlorure de fer, on peut obtenir huit corps différents, qui sont :

Fe^2Cl^6 anhydre	$Fe^2Cl^6.12H^2O$
$Fe^2Cl^6.4H^2O$	$Fe^2Cl^6.2HCl.4H^2O$
$Fe^2Cl^6.5H^2O$	$Fe^2Cl^6.2HCl.8H^2O$
$Fe^2Cl^6.7H^2O$	$Fe^2Cl^6.2HCl.12H^2O$

Les études de van t'Hoff et de ses élèves fournissent un grand nombre d'exemples de ce genre. Rappelons qu'à tous ces cas s'applique la règle des phases; elle indique que, si, dans la solution d'un corps dans l'eau, on provoque un précipité par l'addition d'un autre corps, le précipité ne peut pas contenir plus de deux corps chimiquement définis, et, dans ce cas, la composition de la solution, au-dessus du précipité, est bien définie, et indépendante de la quantité des corps mis en présence. Le précipité ne peut, par exemple, pas contenir trois hydrates différents : il n'en peut contenir que deux. Dans l'exemple que nous venons de rapporter et qui présente un intérêt particulier, par suite des recherches de van Bemmelen et de Wyrouboff sur l'hydrate ferrique colloïdal, on peut affirmer que le précipité ne contient pas plus de deux des huit corps possibles.

β) Il se forme une nouvelle phase liquide contenant plusieurs corps. Le nombre d'exemples de ces cas est très grand. Citons en particulier les recherches de Berthelot sur le partage des acides entre l'éther et l'eau; celles de Duclaux sur les mélanges de trois liquides, dont deux insolubles l'un dans l'autre, et enfin les études de Lobry de Bruyn sur les mélanges d'alcool, eau et sulfate d'ammoniaque.

Dans tous ces cas, la règle des phases indique que — puisqu'il existe trois composantes — la composition de la phase liquide est variable et dépend de la proportion des corps mélangés; si l'on fait varier la quantité de l'un des trois corps, il se répartit entre les deux phases liquides suivant un coefficient bien déterminé.

b. *Cas des colloïdes.* Ainsi donc, même en ce qui concerne les solutions vraies, le précipité produit par addition du corps soluble peut souvent n'avoir point la même composition que le corps primitivement en solution. Dans le cas des colloïdes, le problème est plus complexe encore.

En effet, nous expliquerons d'un mot la difficulté de la tâche qu'ont assumée les chimistes en tentant d'analyser les précipités colloïdaux : ils ont toujours eu à analyser des « composés d'adsorption ». Par conséquent :

1° La composition du précipité était toujours excessivement complexe; Par exemple, les analyses très soigneuses de J. Duclaux lui donnent comme formule du sulfure de cadmium colloïdal :

$$Cd^{1000}H^{116}S^{1029}(SO_4)^{29}.$$

Pour le ferrocyanure de cuivre, il trouve dans un cas :

$$FeCy_6)^{1000}Cu^{1240}K^{30}SO^{1.7};$$

dans un autre cas :

$$FeCy_6)^{1000}Cu^{1.5}K^{2.6},$$

ou encore :

$$FeCy_6)^{279}Cu^{713}K^{80};$$

2° La composition du précipité est variable suivant les conditions dans lesquelles la précipitation a eu lieu. C'est ce que montrent assez les trois analyses précédentes;

3° On ne connaît pas la loi de ces variations;

4° La combinaison du « colloïde » avec le corps précipitant ne se fait pas suivant la loi des proportions définies, mais en proportions qu'exprime un coefficient d'adsorption actuellement impossible à prévoir *a priori*;

5° Quand on redissout le précipité, on a souvent une solution tout différente de celle qu'on avait au début.

Ces arguments suffisent à prouver qu'on n'a jamais le droit de conclure de la composition trouvée pour le précipité à celle de la solution colloïdale ou, comme ont dit les chimistes, du « colloïde » en solution.

Donc, ni la marche de la séparation des solutions colloïdales et du solvant, ni l'analyse des corps séparés, n'ont pu jusqu'ici nous renseigner sur la

composition réelle des granules colloïdaux en suspension. Et c'est à d'autres méthodes qu'il faut s'adresser pour acquérir des idées précises sur cette composition.

II. — Constitution des solutions colloïdales.

Les méthodes directes, purement chimiques, sont impuissantes à nous renseigner sur la nature et les variations des solutions colloïdales. Nous allons nous adresser, pour en approfondir l'étude, à d'autres méthodes, celles de la Chimie physique, et, plus particulièrement, à l'analyse de leurs conditions d'équilibre.

Mais toutes les méthodes physico-chimiques supposent la connaissance préalable de la constitution du système auquel on les applique. Nous devons donc d'abord nous poser la question suivante : quelle est la constitution des solutions colloïdales?

Par définition, un système quelconque de corps ne peut avoir que l'une des deux constitutions suivantes : hétérogène ou homogène. On dit qu'un système est hétérogène lorsqu'il est décomposable en plusieurs systèmes homogènes différents. L'hétérogénéité d'un système peut consister en ce qu'il est formé d'un mélange de corps à des états physiques différents : solide, liquide ou gazeux; par exemple, une solution saturée de NaCl contenant, au fond, du sel cristallisé; ou encore une solution aqueuse enfermée en vase clos en présence de la vapeur d'eau. Mais, même lorsque le système ne comporte que des corps de même état physique, il peut encore être hétérogène, s'il est formé, soit de plusieurs solides différents, soit de plusieurs liquides non miscibles, par exemple : huile et eau, éther et eau, acide phénique et eau, etc. Il est donc nécessaire d'avoir un terme nouveau — autre que celui d' « état physique » — pour désigner toutes ces parties homogènes dont un système hétérogène est formé. Gibbs a proposé le terme de *phase*. On dit, d'après lui, qu'un système forme une phase (c'est-à-dire qu'il est homogène) lorsque deux portions du système, aussi petites que l'on veut, arbitrairement choisies en deux quelconques de ses points, ont la même composition centésimale.

Cette définition n'est pas absolue, mais comporte nécessairement un certain degré d'approximation, qui a été bien mis en lumière par Gibbs. Par exemple, dans les cas de liquides, on est obligé de négliger l'action de la pesanteur et l'action de la surface. Si nous prenons une solution aqueuse contenue dans un vase, il est évident que la densité des couches inférieures est plus forte que celle de la couche supérieure. De plus, la composition de la surface libre et de la couche extrêmement mince au contact du verre est un peu différente de celle du reste du liquide. Au sens *rigoureux* du mot, il n'y aurait pas de solution homogène.

Cette approximation du terme une fois admise, nous devons nous demander si une solution colloïdale est un système homogène ou hétérogène.

Une difficulté se présente aussitôt. Si l'on prend de la solution colloïdale un volume extrêmement petit (par exemple, une petite sphère de $\frac{1}{50}$ μ de diamètre), ce volume pourra avoir une composition différente d'un point à l'autre de la solution colloïdale.

En effet, cette solution est formée, nous l'avons vu, de granulations ultramicroscopiques (de $\frac{1}{5}$ à $\frac{1}{100}$ de μ diamètre) suspendues dans un liquide. On doit donc se demander si une pareille suspension constitue un système à une phase ou un système diphasique. En conservant au mot phase le sens rigoureux que lui attribuait Gibbs, nous devons dire qu'une solution colloïdale est un système hétérogène. Mais alors, quel est le nombre des phases entrant dans sa constitution? Si la composition des différents granules est la même, le système comporte deux phases. Mais on sait que, dans une même solution colloïdale, on peut voir des granules de diverses grosseurs. Cette différence de taille implique — étant donné que tous les granules sont extrêmement petits — une différence de composition : on peut facilement voir, en effet, par un raisonnement analogue à celui qu'a fait Lord Kelvin à propos des tensions de vapeur des gouttelettes de différentes dimensions, que les granules les plus petits contiennent moins d'eau que les gros. On devrait donc dire alors que le système est polyphasique. On voit que la discussion complète du problème est complexe, si l'on définit le mot phase en prenant comme « plus petite partie possible » des volumes de l'ordre de grandeur des granules.

Mais est-il indispensable, pour pouvoir discuter tous les problèmes que soulève l'étude des solutions colloïdales, de s'en tenir à cette définition? N'y a-t-il pas lieu, pour les besoins pratiques, de s'en tenir à une approximation plus grossière? Nous pouvons, par exemple, étendre le sens du mot phase, en supposant que la solution colloïdale tout entière se comporte comme un système homogène, ne forme qu'une seule phase. Lorsque, dans cette solution, se produit un précipité, on dira que ce précipité forme une deuxième phase. C'est cette extension que nous avons proposée. Nous croyons que, pour la commodité de l'étude, il y a intérêt à considérer les solutions colloïdales, tantôt comme

des systèmes homogènes, tantôt comme des systèmes hétérogènes, selon le but qu'on se propose. Si l'on veut étudier la constitution intime des solutions colloïdales, la composition du granule, il est indispensable de considérer la solution comme hétérogène. Si l'on veut étudier la précipitation des solutions par les corps étrangers, et la composition des précipités, on doit les considérer comme homogènes, monophasiques.

III. — Étude des solutions colloïdales considérées comme systèmes hétérogènes. Formation, ordre de grandeur, composition et transformations des granules colloïdaux.

§ 1. — La formation des granules colloïdaux est un phénomène réversible.

Prenons un mélange de deux liquides non miscibles (eau et acide butyrique, eau et acide phénique, eau et amylène). Le mélange se répartit, nous l'avons vu, en deux phases liquides contenant par exemple, dans le cas de l'acide phénique, l'une beaucoup d'eau et peu de phénol, l'autre beaucoup de phénol et peu d'eau. En agitant ce système diphasique, on obtient une émulsion d'un blanc laiteux formée de gouttelettes visibles à l'œil nu. Si l'on chauffe le système à 67°, on voit l'émulsion devenir opalescente. En chauffant encore, on obtient la teinte bleu Tyndall, qui diminue de plus en plus à mesure qu'on élève la température. A chaque température correspond un certain ton bleu; à chaque température, la viscosité du système a une grandeur déterminée (Friedländer). Si nous refroidissons le système, il présentera de nouveau tous les tons et toutes les valeurs de viscosités décroissantes. Or, nous avons vu que les tons bleus correspondent à la formation de gouttelettes ultramicroscopiques : l'apparition et la disparition de ces gouttelettes sont un phénomène réversible.

La formation des granules colloïdaux est un phénomène du même ordre. Prenons l'exemple du ferrocyanure de cuivre colloïdal. Versons petit à petit dans une solution à $\frac{1}{200}$ de ferrocyanure de potassium une solution d'azotate de Cu également à $\frac{1}{200}$. Nous verrons qu'à l'endroit où tombent les gouttes d'azotate de cuivre se produisent des flocons rouge brun, qui se redissolvent par agitation. La solution devient de plus en plus foncée, mais elle reste bien transparente, ne se dépose pas et traverse les filtres. On a une solution colloïdale de ferrocyanure de cuivre : cette solution est formée d'un liquide intergranulaire contenant une certaine quantité d'azotate et de ferrocyanure de potassium, et de granules colloïdaux contenant de l'eau, $FeCy^6$, Cu, K et un peu d'AzO^3. Continuons à ajouter de l'azotate de cuivre; à un certain moment il se formera des flocons. Le colloïde se précipitera d'abord incomplètement; puis, à mesure qu'on ajoutera de l'azotate de cuivre, complètement; si l'on ajoute du ferrocyanure de potassium, le précipité se redissout. Il existe donc bien à chaque instant un équilibre entre le liquide intergranulaire et les granules. *La formation des granules est un phénomène réversible.*

§ 2. — Ordre de grandeur des granules.

La question de l'ordre de grandeur des granules ainsi formés peut être abordée par le côté théorique. Gibbs, qui a étudié complètement dans quelles conditions une nouvelle phase peut apparaître dans l'intérieur d'un liquide, a recherché quelle est la grosseur des gouttelettes de la 2e phase. Il a montré que cette grosseur dépend d'une fonction $W = \sigma s - (p' - p'')^{\sigma}$, dans laquelle σ est la tension superficielle, s la surface, p' la pression à l'intérieur de la gouttelette, p'' celle à l'extérieur et v son volume. Cette expression W mesure la *stabilité* du système, c'est-à-dire de l'émulsion. Cette étude n'a été faite jusqu'ici que d'une manière théorique. Au point de vue expérimental, il n'existe pas de recherches permettant de vérifier la théorie. Disons, de plus, que cette théorie ne tient pas compte des charges électriques des granules, et nous savons que ce facteur est très important. Il faut donc ajouter dans le 2e membre de l'expression W un terme supplémentaire exprimant la charge électrique des granules; ce terme doit, du reste, être lié à la tension superficielle et à la répartition des différents ions dans le liquide extérieur et à l'intérieur du granule. On pourra donc, en faisant certaines restrictions, prévoir les variations de stabilité d'un pareil système lorsqu'on y ajoutera de faibles quantités d'électrolytes à ions mono- ou bivalents, se répartissant inégalement dans les deux phases. C'est une étude qui mérite d'être tentée. Elle ne présenterait, d'ailleurs, pas de difficultés insurmontables si l'on prenait d'abord comme matériaux d'étude les troubles (eau, acide phénique, etc.) dont nous avons parlé plus haut.

§ 3. — Composition des granules. Application de la règle des phases à la discussion de cette composition.

Puisque la formation des granules est un phénomène réversible, on peut appliquer, à l'étude de la composition des granules ainsi formés, les lois des équilibres physico-chimiques, et notamment la règle des phases. Voyons ce qu'elle va nous apprendre.

On sait que, d'après la règle des phases, si un système est formé de n « composantes indépendantes » et s'il présente p phases différentes qui sont en équilibre entre elles, le nombre des « variances » ou « libertés », c'est-à-dire des capacités de changements du système, est donné par l'équation :

$$L = n + 2 - p.$$

Par exemple, un mélange d'eau et d'éther est formé de 2 composantes indépendantes, qui sont l'eau et l'éther. Lorsque la proportion d'éther est comprise entre 5 °/₀ et 96 °/₀, à la température ordinaire, il y a 2 phases; par conséquent $n = 2$, $p = 2$. Il résulte de l'équation précédente que le nombre des variances est égal à 2. Donc, si nous choisissons d'avance une température et une pression déterminées, il ne reste plus de variance, c'est-à-dire que la composition de chacune des deux phases est fixe, et ne dépend pas des quantités d'eau et d'éther qui ont été mélangées.

Dans un mélange d'acide phénique et d'eau, nous avons également 2 composantes indépendantes; entre certaines limites au-dessous de 67° C., le système est formé de 2 phases. Il est donc évident que, pour une température et une pression déterminées, il ne reste plus de variance, c'est-à-dire que la composition des deux phases est indépendante de la proportion d'eau et d'acide phénique. Si nous agitons cette solution pour obtenir l'émulsion blanc laiteux dont nous avons parlé plus haut, la composition des gouttelettes qui forment cette émulsion sera la même, quelle que soit la quantité d'acide phénique qu'on aura mélangée à l'eau.

Mêlons maintenant de l'eau, de l'alcool et de l'éther. Ce système contient 3 composantes. Pour des proportions choisies entre certaines limites, il se formera 2 phases liquides. Dans ce cas, $n = 3$. La température et la pression étant choisies, il reste une variance, c'est-à-dire que la composition de chacune des phases variera lorsqu'on changera la proportion d'une quelconque des trois composantes du système.

Reprenons maintenant l'exemple de la formation du ferrocyanure de potassium colloïdal. Nous avons un système formé de 3 composantes indépendantes : c'est-à-dire ferrocyanure de potassium, azotate de cuivre et eau (l'azotate de potassium et le ferrocyanure de cuivre sont évidemment 2 composantes dont la quantité est liée à celle des 3 précédentes). La solution colloïdale étant diphasique, $p = 2$. On a donc $L = 3 + 2 - 2 = 3$. A température et pression données, il reste donc une variance. Il en résulte que la composition des granules varie avec la proportion des corps mis en solution.

Ce que nous venons de dire suppose que la tension superficielle des granules ne constitue pas un facteur d'action, au même titre que la température ou la pression. Si l'on introduisait la tension superficielle comme facteur d'action, on devrait écrire :

$$L = n + 3 - p, \quad L = 3 + 3 - 2 = 4.$$

et la composition des granules serait encore variable.

Ainsi la *composition des granules colloïdaux est variable*. Si nous prenons une solution de ferrocyanure de potassium, une autre d'azotate de cuivre, et que nous les mélangions en proportions différentes, il se formera dans tous les cas une solution colloïdale. Si nous faisons l'analyse du colloïde (ou du liquide intergranulaire), nous verrons que ces granules contiennent des quantités d'eau, de ferrocyanure de Cu, de ferrocyanure de K variant suivant les proportions des corps formés. Des analyses de ce genre ont été faites avec un soin minutieux par Jacques Duclaux, qui a bien mis en lumière cette variabilité de la composition des granules.

La règle des phases nous ayant ainsi appris que la composition des granules doit varier, nous devons nous demander suivant quelle loi se produit cette variation.

§ 4. — Loi des variations de la composition des granules colloïdaux. Etude de l'équilibre entre les granules et le liquide intergranulaire.

1. *Composition du granule. Portion irréversible; portion réversible.* — Dans le chapitre relatif aux combinaisons dans lesquelles entrent les résidus secs et les précipités colloïdaux, nous avons vu que, lorsqu'on met en présence d'un de ces précipités une solution d'électrolyte, il se produit une combinaison d'adsorption. La caractéristique de ces combinaisons est d'aboutir à la formation de composés en proportion variable, dépendant de la concentration des corps en présence. Le moment nous paraît venu d'étendre cette notion. Van Bemmelen avait désigné sous le nom de « combinaison d'adsorption » la réaction qui se produit entre le résidu colloïdal et un électrolyte surajouté. Un phénomène tout à fait analogue se passe au sein de la solution colloïdale, dans chaque granule colloïdal. Si nous considérons chaque granule plongeant dans le liquide intergranulaire, nous voyons qu'il est capable de contracter avec les éléments du liquide intergranulaire de véritables combinaisons d'adsorption. Ces combinaisons peuvent donner lieu, soit à un composé granulaire susceptible de rester encore en solution, — dans ce cas, la transformation subie par le granule n'apparaîtra pas aux yeux de l'observateur; après comme avant la réaction, il restera une solution colloïdale, — soit à un composé insoluble, à un précipité. Dans ce cha-

pitre, nous ne nous occuperons que du premier de ces deux cas.

L'élément électrolytique qui entre dans un composé d'adsorption comprend deux portions distinctes. Une des portions de l'électrolyte est liée irréversiblement au colloïde. Une autre part est enlevée par lavage ; elle entre dans une combinaison réversible. De même, pour ce qui est de la composition du granule colloïdal, nous avons à distinguer 2 parties : la partie formée par une combinaison irréversible, la partie formée par une combinaison réversible. A la première, ne peuvent s'appliquer les lois des équilibres physico-chimiques. C'est cette partie qui a jusqu'ici attiré surtout l'attention des chimistes. Mais la seconde doit obéir à ces lois, puisque entre le granule et le liquide intergranulaire existe nécessairement un équilibre.

2. *Cas des solutions vraies.* — Pour étudier la loi d'équilibre d'un système hétérogène donné, on fait varier la concentration de l'un des corps du système, et l'on étudie comment il se répartit entre les phases formées. Par exemple, prenons un mélange d'eau et d'éther, et ajoutons-y un acide quelconque. Cet acide se répartit entre les deux phases. L'équilibre une fois établi, on compare la concentration de l'acide dans chacune des deux phases. On fait ensuite varier la quantité d'acide ajoutée, et l'on cherche comment varie le coefficient de partage de l'acide, c'est-à-dire le rapport des concentrations dans les deux phases pour chaque position d'équilibre. Insistons donc sur ce fait que la comparaison doit porter sur des concentrations qui sont en équilibre entre elles. Il ne serait d'aucune utilité de comparer, par exemple, la concentration de l'acide dans une des phases avec la quantité totale de l'acide ajoutée au système eau + éther. Si l'on veut discuter la composition des solutions colloïdales, on devra donc aussi comparer la concentration d'un corps dans le granule avec celle de ce même corps dans le liquide intergranulaire, et non pas, comme l'a fait J. Duclaux, avec la quantité totale de ce corps se trouvant en solution colloïdale.

Dans le cas des systèmes hétérogènes étudiés par les physico-chimistes, par exemple éther + eau, eau + benzène, eau + tétrachlorure de carbone, Nernst a établi que, si le corps qui se répartit entre les deux phases possède le même poids moléculaire dans chacune des deux phases, le coefficient de partage reste constant. Si, au contraire, le poids moléculaire du corps dans l'une des phases est α fois plus petit que dans l'autre, c'est le rapport $\frac{c_1}{c_2}$ qui reste constant, c_1 et c_2 étant les concentrations du corps dans les deux phases

Par exemple, l'acide succinique, en se partageant entre l'eau et l'éther, donne lieu à un coefficient de partage constant, puisque ce sont les mêmes molécules d'acide succinique qui sont dissoutes dans l'eau et dans l'éther. L'acide benzoïque possède dans le benzène des molécules doubles de celles qu'il a dans l'eau. Par conséquent, c'est le rapport $\frac{c^2}{c_2}$ qui est constant, c étant la concentration de l'acide benzoïque dans l'eau, et c_2 celle dans le benzène.

Si un corps qui se répartit entre les deux phases 1 et 2 possède dans la phase 1 le poids moléculaire 2A et dans la phase 2 un poids moléculaire 3A, c'est le rapport $\frac{c_1^3}{c_2^2}$ qui sera constant (c'est sur ce fait qu'Arrhenius se fonde pour discuter la répartition de l'agglutinine entre les bactéries et le liquide qui les entoure).

La variation du coefficient de partage $\frac{c^1}{c_2}$ indique, dans un grand nombre de cas, que le poids moléculaire du corps n'est pas le même dans les deux phases. Mais ce coefficient de partage peut aussi varier dans d'autres conditions, bien que le poids moléculaire du corps partagé demeure le même. Ceci se produira lorsque, dans l'une des phases, le corps donnera lieu à des combinaisons ou réactions secondaires.

Exemples : Le Br possède dans l'eau et le sulfure de carbone la même formule moléculaire Br^2. Aussi le coefficient de partage est-il constant lorsqu'on fait varier la concentration du Br. Mais, si l'on ajoute du bromure de potassium dans l'eau, on voit que la quantité de Br dans la phase aqueuse augmente beaucoup, et le coefficient de partage ne reste plus fixe, ce qui est dû à la formation de KBr^3. Il s'établit un équilibre :

$$Br^2 + KBr \rightleftarrows KBr^3$$

étudié par Roloff, qui fait diminuer dans la phase aqueuse la concentration de Br^2.

Jakowkin a étudié les variations du coefficient de partage de Cl entre l'eau et le tétrachlorure de carbone, dues à l'équilibre :

$$Cl_2 + H_2O \rightleftarrows HCl + HClO.$$

Ces notions rappelées, nous pouvons passer à la discussion des variations de la composition des granules colloïdaux.

3. *Cas des granules colloïdaux.* — Discutons d'abord le cas le plus simple, celui où la solution colloïdale est fournie par la réaction de deux corps en solution dans l'eau ; par exemple, l'action des sels de Cu (sulfate ou chlorure) sur le ferrocyanure de

potassium, ou du sulfate ferrique sur le ferrocyanure de potassium, ou de l'azotate d'argent sur le ferrocyanure, ou de l'ammoniaque sur le chlorure ferrique, ou de l'hydrogène sulfuré sur l'acide arsénieux.

Prenons une quantité déterminée de sulfate de Cu, en solution aqueuse $\frac{N}{10}$ par exemple, et ajoutons petit à petit du ferrocyanure de potassium. On voit qu'au début il se forme des flocons qui tombent au fond du vase. Il reste du sulfate de Cu en solution. Si l'on continue à ajouter du ferrocyanure de K, on voit qu'à partir d'un certain moment les flocons se dissolvent totalement : la solution colloïdale est constituée. Le liquide intergranulaire ne contient plus de cuivre, mais il contient du ferrocyanure de potassium en excès. Les granules contiennent tout le cuivre mis en solution au début et une certaine quantité de ferrocyanure de potassium. Le liquide et les granules contiennent également SO^4 et K. D'après les recherches de Duclaux, la quantité de SO^4 est extrêmement faible et négligeable, ainsi qu'on l'a vu dans les formules données plus haut. Quant à la quantité de K, elle est donnée par la quantité de $FeCy^6$. En effet, si le granule contient n équivalents de FCy^6 $\left(\frac{n}{4}\text{ molécules}\right)$ et α équivalents de Cu $\left(\frac{\alpha}{2}\text{ molécules}\right)$, il contient $n-\alpha$ équivalents de K. Il suffit donc d'étudier la répartition de $FeCy^6$ entre le liquide intergranulaire et les granules.

Le granule contenant tout le Cu non enlevable par lavage, c'est-à-dire lié d'une façon irréversible, la partie équivalente de $FeCy^6$ qui lui est liée l'est aussi d'une façon irréversible. Nous devons donc retrancher cette quantité de la quantité totale de $FeCy^6$.

Nous pouvons donc représenter la composition du granule par la formule suivante :

$$\frac{\alpha}{4}Cu^2FeCy^6 + \frac{\beta}{4}K^4FeCy^6,$$

α étant le nombre d'équivalents de $FeCy^6$ liés irréversiblement avec le Cu, β le nombre d'équivalents liés avec le potassium.

Si nous avons mis dans le mélange primitif une quantité A équivalente de $FeCy^4H^4$, le liquide intergranulaire contiendra une quantité

$$A-\alpha-\beta \text{ de } FeCy^6$$

et les granules contiendront

$$\alpha+\beta\ FeCy^6.$$

Si nous supposons que la portion β de $Fe\ Cy^6$ contenue dans le granule y est liée d'une façon réversible, nous devons étudier le rapport de cette portion β du granule quantité $A-\alpha-\beta$ (liquide intergranulaire).

Jacques Duclaux, ayant cherché à étudier l'équilibre entre les granules et la solution, a donné des courbes (page 59) dans lesquelles il prend comme abscisses le rapport $\frac{\alpha}{A}$ et comme ordonnées le rapport $\frac{\alpha}{\alpha+\beta}$. Il est nécessaire, en réalité, de construire des courbes en prenant comme abscisses $A-\alpha-\beta$ et comme ordonnées β.

Nous avons cherché à transformer ainsi les courbes de J. Duclaux. Prenons le cas de la courbe 4 :

Chlorure de Cu + Ferrocyanure de K.

Cette courbe nous donne les valeurs suivantes :

$A = 1{,}4\ \alpha$	$\frac{\alpha}{\alpha+\beta} = 0{,}74$
1,79	0,72
2	0,80
2,5	0,69
5	0,68
10	0,68

Ces nombres nous permettent de calculer les valeurs de β, de $A-\alpha-\beta$ et de leur rapport :

			Coefficient de partage
$A = 1{,}4\ \alpha$	$\beta = 0{,}35\ \alpha$	$A-\alpha-\beta = 0{,}05\ \alpha$	$\frac{\beta}{A-\alpha-\beta} = 7$
1,69	0,39	0,30	1,3
2	0,43	0,57	0,75
2,5	0,45	1,05	0,43
5	0,47	3,53	0,13
10	0,47	8,53	0,055

De même, pour la courbe 5, représentant la composition du ferrocyanure de fer colloïdal, nous calculons les valeurs suivantes :

			Coefficient de partage
$A = 1{,}11\ \alpha$	$\beta = 0{,}06\ \alpha$	$A-\alpha-\beta = 0{,}05\ \alpha$	$\frac{\beta}{A-\alpha-\beta} = 1{,}2$
1,22	0,11	0,11	1,0
1,33	0,16	0,17	0,94
1,67	0,19	0,48	0,4
2,50	0,22	1,28	0,17
5	0,25	3,75	0,067
10	0,27	8,73	0,031

On voit nettement que, dans ces deux exemples, les valeurs du rapport de la quantité de ferrocyanure de potassium contenue dans le granule au ferrocyanure de potassium du liquide intergranulaire diminuent au fur et à mesure que l'on augmente la quantité de ferrocyanure de potassium dans le mélange[1].

[1] Nous devons remarquer que ce rapport n'est pas exactement ce que l'on appelle le coefficient de partage. En effet, ce que nous avons calculé, c'est le rapport des *quantités* de ferrocyanure contenues dans chacune des deux phases, tandis qu'on devrait calculer le rapport des *concentrations moléculaires*. Nous ne pouvons pas le faire d'après les expériences de Duclaux, puisqu'il ne donne pas les volumes des solutions employées. Nous ne savons pas si le volume total a été maintenu constant au cours de ces différentes expé

Nous devons maintenant nous demander quelle est la signification de cette variation continue du coefficient de partage.

Dans le cas des solutions vraies, nous avons vu que le coefficient de partage varie, d'une part, lorsqu'il y a polymérisation, et, d'autre part, lorsque le corps qui se partage donne lieu à une réaction chimique dans l'une des phases. Dans tous ces cas, on peut représenter la variation du coefficient de partage par une formule mathématique de la forme suivante :

$$\frac{c_1^{\alpha}}{c_2^{\beta}} = k.$$

Dans le cas étudié ici, il y aurait certainement intérêt à chercher empiriquement une formule mathématique qui exprime les variations du coefficient de partage. C'est ainsi qu'un exemple de ce genre a été calculé par Arrhénius pour les expériences de Eisenberg et Volk sur l'agglutination des bactéries et la répartition de l'agglutinine entre les bactéries et le liquide extérieur. Arrhénius trouve que le rapport : $\frac{c_1^3}{c_2^2}$ est constant, c^1 étant la quantité d'agglutinine englobée par les bactéries et c^2 la quantité dans le milieu extérieur. Mais l'établissement d'une pareille formule mathématique ne permet pas d'en déduire nécessairement qu'il s'est produit dans les phases des polymérisations ou des réactions chimiques déterminées.

En particulier, pour l'action de l'agglutinine sur les bactéries, on n'a pas le droit de dire, avec Arrhénius, que « le nombre de parties d'agglutinine dans la molécule d'agglutinine liée est différent de celui des mêmes parties dans la molécule libre et dans le rapport $\frac{2}{3}$ ». Ceci signifie que la molécule complexe contenant l'agglutinine aurait pour formule dans les bactéries $M + 2A$ et au dehors $M' + 3A$, A étant la partie active d'agglutinine.

Tout ce raisonnement suppose, en effet, que l'on a affaire à un coefficient de partage vrai, tandis qu'en réalité nous savons qu'une certaine part d'agglutinine est liée aux bactéries d'une façon irréversible. Cette portion liée irréversible n'est, d'ailleurs, pas constante; elle augmente avec la quantité d'agglutinine. Il faut donc, avant d'interpréter une formule empirique, déterminer les valeurs des portions liées irréversiblement.

Cette discussion nous montre que nous ne possédons pas, à l'heure actuelle, assez de données expérimentales pour pouvoir discuter complètement les questions que nous nous sommes posés. Nous en déduisons immédiatement un plan systématique de recherches nouvelles. Toutefois, nous pouvons dire que la variation de la composition des granules colloïdaux étudiés par Duclaux se rapproche immédiatement des phénomènes d'adsorption que nous avons exposés, et que les courbes représentant les valeurs des variations du coefficient de partage dans ce cas, et celles qui représentent les variations du coefficient d'adsorption ont exactement la même allure générale. On n'a donc absolument pas besoin d'admettre, comme le fait J. Duclaux, que « le colloïde doit être considéré comme un corps unique de composition variable ».

IV. — Etude des solutions colloïdales considérées comme systèmes homogènes. Discussion de la précipitation des solutions colloïdales.

L'addition d'un électrolyte à une solution colloïdale a souvent pour effet d'amener la formation d'un composé insoluble, d'un précipité. Nous pouvons considérer ce précipité comme un « composé d'adsorption ». Nous avons vu, en effet, qu'une partie de l'électrolyte précipitant se retrouve toujours dans le précipité : c'est le radical acide lorsque les granules colloïdaux étaient électronégatifs; c'est le radical métal lorsqu'ils étaient positifs. Mais nous avons vu aussi qu'une partie de l'électrolyte absorbé peut être enlevée par lavage. La combinaison n'est donc pas complètement irréversible. *Une partie de la précipitation des solutions colloïdales par les électrolytes constitue un phénomène réversible.* Rappelons, en effet, que cette précipitation est partielle, et que, dans certaines conditions, le corps précipité se redissout dans un excès du solvant ou de l'électrolyte.

Nous avons donc à considérer deux parties dans le phénomène : une partie irréversible, une partie réversible. A cette seconde partie nous pouvons essayer d'appliquer les lois des équilibres physico-chimiques. Mais, pour cette étude, il nous sera commode de considérer les solutions colloïdales comme homogènes, ne constituant qu'une seule phase.

riences, ou s'il a varié. De plus, nous ne connaissons pas le volume des granules colloïdaux, quoique, sur ce dernier point, Duclaux donne quelques renseignements. Il dit, par exemple (page 68) : lorsqu'à 1 litre d'une solution de ferrocyanure de potassium au titre de 0,002 mol. on ajoute 0,0036 mol. $CuSO^4$, il se produit un précipité dont le volume est égal environ à 0,7 c. c., ce qui indique que le volume granulaire est extrêmement petit par rapport au volume total. Duclaux montre, de plus (page 109), que le volume du précipité colloïdal est presque indépendant de la concentration des solutions réagissantes. Par conséquent, pour avoir la concentration moléculaire du ferrocyanure dans le granule, il suffirait de multiplier toutes les valeurs de β par un même facteur. Il resterait à savoir si le volume du liquide intergranulaire a été maintenu constant S'il a varié, comme il a nécessairement augmenté, les concentrations du ferrocyanure dans le liquide intergranulaire s'obtiendraient en multipliant les valeurs de A-α-β par des nombres diminuant graduellement (égaux ou inverses des volumes). Ceci aurait donc pour effet d'augmenter progressivement les valeurs du coefficient de partage. Mais, dans tous les cas, l'allure générale de la courbe resterait la même.

§ 1. — Application de la règle des phases à la précipitation des colloïdes par les électrolytes.

La règle des phases nous permet tout d'abord de prévoir que le précipité formé sera de composition variable. En effet, le nombre de composantes indépendantes est égal au moins à trois (granule, eau, radical de l'électrolyte); la température et la pression étant fixées, il reste au moins une variance.

Les études de J. Duclaux, de Galeotti, etc., ont montré que la composition du précipité est, en effet, variable, et que cette variation est continue.

§ 2. — Variations de la composition du précipité. Représentation graphique.

Lorsqu'on veut étudier complètement cette variation, lors de la précipitation d'un colloïde par l'addition d'un corps quelconque, par exemple d'un sel, on cherche : 1° Quelles sont les quantités du sel qu'il faut ajouter à la solution colloïdale plus ou moins riche en colloïde pour obtenir un précipité; 2° Quelle est, dans tous ces cas, la composition du précipité et du liquide surnageant; 3° Un mélange de sel, colloïde et eau étant donné, que se passera-t-il lorsqu'on ajoutera une nouvelle quantité d'eau, de sel ou de colloïde; 4° Comment changeront ces différentes proportions quand changera la température. L'étude de ces questions est systématisée par l'application de la règle des phases.

1° Une solution colloïdale à laquelle on ajoute un corps précipitant peut être considérée comme un système formé de trois composantes : l'eau, le colloïde et le corps ajouté. On a donc affaire ici à des mélanges de trois corps, et l'on sait que l'étude des équilibres dans les systèmes à trois corps est très complexe et n'a pu être étudiée complètement que grâce à l'application de la règle des phases, ainsi que l'ont montré surtout les recherches de Schreinemakers. Il a rendu cette étude beaucoup plus facile en développant le mode de représentation graphique de Gibbs. On sait que cette représentation consiste à porter, sur les trois côtés d'un triangle équilatéral, les proportions des trois corps en présence et à construire, à l'aide de ces coordonnées triangulaires, le point à l'intérieur du triangle qui sera le point représentatif du mélange. Tous les mélanges possibles seront donc représentés par tous les points de la surface du triangle. En déterminant les proportions du sel qui précipitent une solution colloïdale à différentes concentrations, on pourra construire, à l'intérieur du triangle, une courbe qui séparera la région correspondant à deux ou trois phases de celles qui correspondent à une phase. La surface du triangle sera ainsi partagée en plusieurs régions, à l'intérieur desquelles tous les points représenteront des mélanges monophasiques, diphasiques ou triphasiques. Lorsqu'on représente ainsi géométriquement les données des expériences successives, le nombre d'expériences nécessaire pour construire la courbe complète est considérablement réduit; 2° Dans les systèmes diphasiques, lorsqu'on a déterminé les compositions des deux phases en équilibre, les points représentatifs de ces compositions sont des points conjugués et tout point placé sur la ligne qui les joint représente des systèmes diphasiques dont les phases ont la même composition. Ceci évite de faire un grand nombre d'analyses.

De plus, la disposition des points conjugués sur une courbe qui délimite deux régions permet de prévoir dans quels cas existeront des « points critiques », c'est-à-dire des points au voisinage desquels les deux phases ont presque la même composition. L'existence de ces points critiques est particulièrement intéressante pour l'étude des propriétés des solutions colloïdales. C'est, en effet, au voisinage de ces points critiques que les mélanges de trois corps non miscibles (alcool, eau, éther) présentent le bleu Tyndall, et acquièrent une série de propriétés qu'ils ont en commun avec les solutions colloïdales.

3° Quand on aura délimité ainsi les « régions », on pourra déterminer d'avance, par l'examen du graphique, ce qui se produira dans le système lorsqu'on ajoutera une nouvelle quantité d'eau, de sel ou de colloïde. Il suffira, en effet, de réunir par une ligne un point représentatif au sommet du triangle correspondant à l'eau, au sel et au colloïde. Cette ligne traversera un certain nombre de régions monophasiques, diphasiques ou triphasiques.

On verra ainsi immédiatement si l'addition du corps doit produire une précipitation nouvelle ou une redissolution du précipité déjà formé. C'est ainsi, par exemple, que, si l'on construit des courbes représentant le système eau + albumine + acide, ou bien eau + albumine + sel de Cu ou d'Ag, ou encore eau + ferrocyanure de potassium + azotate de Cu, on verra immédiatement que l'addition d'acide à une certaine solution d'albumine produira d'abord un précipité, puis une dissolution. De même, l'addition d'azotate de Cu précipitera d'abord l'albumine, puis la redissoudra, etc.

Le point correspondant au moment de la formation du précipité et celui qui correspond à sa redissolution sont plus ou moins éloignés l'un de l'autre sur la droite qui passe par le sommet du triangle représentant le corps ajouté. D'ailleurs, en étudiant comment varie la distance de ces points pour différentes teneurs de la solution en colloïde, on aura un moyen pratique, extrêmement rapide, de construire la courbe délimitant la région monophasique de la région diphasique. Exemple : on

prend trois solutions d'albumine à 1 °/₀, 5 °/₀, 10 °/₀, et, à des volumes égaux de cette solution, on ajoute petit à petit de l'acide chlorhydrique. On voit que pour la solution :

à 1 °/₀	après l'addition de	2	gouttes
5 °/₀	—	5	—
10 °/₀	—	7	—

il y a précipité, et

à 1 °/₀	après l'addition de	4	gouttes
5 °/₀	—	16	—
10 °/₀	—	24	—

il y a redissolution du précipité.

Ces trois déterminations suffisent pour montrer l'allure générale de la courbe qui sépare la région diphasique de la région monophasique du système (eau, albumine, acide).

4° L'étude des courbes délimitant deux régions permettra, dans certains cas, de déterminer comment variera le système quand on fera varier la température. Ainsi, la présence de points singuliers indiquera toujours qu'en élevant la température, ces points, en se rapprochant, donneront lieu à des îlots isolés de régions diphasiques.

On voit donc que les quatre questions posées au début peuvent être résolues très rapidement grâce à l'application de la règle des phases, et que le nombre d'expériences nécessaires pour y répondre se trouve considérablement diminué.

§ 3. — Précipitation des colloïdes les uns par les autres.

Il y a peu à ajouter à ce qui précède relativement à l'application de la règle des phases à l'étude de la précipitation des colloïdes les uns par les autres. Nous avons, là encore, affaire à des systèmes à trois corps (eau, colloïde A, colloïde B). Dans les cas de précipitation d'un colloïde positif par un colloïde négatif, les phénomènes sont réversibles ; il y aura, ici encore, avantage à représenter graphiquement l'ensemble de la précipitation.

V. — Conclusions.

La discussion générale qui précède ne constitue qu'un premier essai, encore fort incomplet, de l'application des lois de l'équilibre aux solutions colloïdales. Mais, déjà sous cette forme, nous croyons qu'il montre comment le problème doit être discuté et quels avantages peut offrir l'étude de la statique chimique des solutions colloïdales.

Le point de départ de cette étude est la distinction des transformations réversibles et irréversibles dans ces solutions. C'est seulement aux transformations réversibles que l'on a le droit d'appliquer les lois de l'équilibre. Les solutions colloïdales peuvent être considérées comme des systèmes homogènes ou comme des systèmes hétérogènes, suivant les problèmes que l'on étudie.

Pour étudier la composition et les transformations des granules colloïdaux, on doit les considérer comme des systèmes hétérogènes, et c'est dans ce cas qu'on peut chercher à appliquer la loi de partage. Pour étudier la précipitation des solutions colloïdales, on doit les considérer comme formant des systèmes homogènes, et c'est ici surtout que l'application de la règle des phases rendra de grands services. Puis, à cette statique chimique des colloïdes doit faire suite l'étude de la cinétique chimique des colloïdes, c'est-à-dire l'étude des vitesses des réactions dans lesquelles interviennent les colloïdes, réactions que les biologistes ont tant d'intérêt à connaître.

L'étude des conditions de formation des solutions colloïdales nous a montré qu'elles naissent toujours à la limite entre l'état homogène et l'état hétérogène, ce qui explique leur état « métastable ». Leurs propriétés stochiométriques les séparent des solutions vraies et les rapprochent des suspensions : elles sont, en effet, formées de granulations fines, suspendues dans un milieu liquide. L'énergie de liaison entre les granulations et le solvant est très faible. Lorsqu'on ajoute au milieu liquide un élément étranger, électrolyte, non électrolyte ou colloïde, cet élément contracte avec les granules colloïdaux une certaine combinaison ; il se forme des composés qui, parfois, restent suspendus dans le liquide, et parfois sont insolubles et précipitent. Dans tous les cas, ces composés se rapprochent des composés chimiques, parce qu'une partie des processus qui aboutissent à leur formation est irréversible ; mais ils se rapprochent plus encore des simples solutions, parce qu'une partie du processus de formation est réversible. Pour étudier cette dernière partie, on a grand intérêt à employer les méthodes de la Chimie physique, car elle suit les lois générales de l'équilibre physico-chimique. Ainsi, les transformations dont les solutions colloïdales sont le théâtre nous apparaissent placées à la limite entre les phénomènes physiques et les phénomènes chimiques. Elles donnent lieu à la formation de composés en proportion variable, dont les lois sont celles de la « répartition entre solvants ». Rapprochées des solutions, d'une part, des suspensions, des émulsions, d'autre part, elles participent des propriétés des unes et des autres. Leur étude, si complexe, ne peut que jeter une vive lumière sur toute une série de phénomènes physiques, chimiques, et surtout biologiques, jusqu'ici tout à fait obscurs.

Victor Henri et **André Mayer**.
Docteur ès Sciences. Préparateur à la Sorbonne. — Docteur en médecine, Licencié ès Sciences.

LE 75e CONGRÈS DES NATURALISTES ET MÉDECINS ALLEMANDS

Les naturalistes et médecins allemands viennent de tenir à Breslau, du 18 au 24 septembre, leur 75e Congrès annuel. Parmi les questions qui y ont été traitées, quelques-unes nous ont paru plus particulièrement dignes d'intérêt; nous les avons exposées brièvement ci-après.

I. — Sciences mathématiques et physiques.

M. K. Schreber, privat-docent à l'Université de Greifswald, a fait une conférence sur les notions de *force*, *poids*, *masse*, *matière et substance*. L'auteur donne d'abord une définition exacte de ces notions, employées couramment avec une certaine confusion, non pas seulement par les gens du monde, mais encore par les corps législatifs. Il convient surtout de distinguer rigoureusement la notion de « substance », embrassant par exemple l'énergie de mouvement, de la notion de « matière », comportant exclusivement la capacité de décomposition chimique. Pour permettre à la technique de profiter des résultats des recherches scientifiques, il importerait d'établir un système de mesures physiques convenant à ses besoins aussi bien qu'à ceux de la science. A cet effet, il faudrait établir la notion fondamentale de *force*, notion familière aux hommes grâce à leur puissance musculaire, le poids étant le prototype de la force. Comme unité, M. Schreber recommande d'adopter la force nécessaire à vaincre l'attraction mutuelle de deux sphères d'eau d'un volume d'un centimètre cube chacune. L'unité de masse serait la sphère d'eau de ce même volume. L'auteur fait voir qu'en adoptant ces unités, la technique aurait le moyen d'employer, comme par le passé, la notion familière de kilogramme, reliée à cette unité de force (appelée « *is* ») par l'équation 1 kilog. $= 2{,}263.10^3$ *is*, relation analogue à celle qui existe entre les unités de courant et de force motrice. Cette formule, de concert avec la fonction de longitude et de latitude géographiques de l'endroit d'observation, permettrait à la technique de faire des calculs scientifiques. M. Schreber recommande enfin d'ajouter à la notation universelle de « *kg* » un *g* ou un *m*, suivant qu'on veut entendre le poids ou la masse.

M. Archenhold présente une communication sur les relations des taches solaires et des protubérances avec les aurores boréales. Suivant la théorie de Wolf, jusqu'ici universellement adoptée, on admettait une période de onze ans dans l'apparition des taches solaires. Ce nombre, dit « radial », ne tiendrait pas compte de la position des taches. Ces dernières, comme on le sait, sont des creux coniques dans le corps du Soleil, agissant sur notre Terre comme projecteurs et jouant, par conséquent, un rôle fort différent suivant qu'elles se placent au milieu ou vers les bords du disque solaire.

Le conférencier propose, par conséquent, de remplacer le nombre « radial » (R) par un nombre « situal » (S). Ce nombre n'a pas encore permis d'établir l'influence des taches solaires sur le temps, mais il met en évidence l'effet électrique énorme des taches du Soleil. Toutes les fois qu'une tache se trouve en regard de la Terre, son action est assez grande pour se faire sentir sur tout appareil électrique, comme pendant un orage. Faisons remarquer qu'au dedans de l'entonnoir constituant la tache solaire, il se passe des modifications énormes, susceptibles d'être fixées par la photographie. Or, pendant qu'une tache solaire se trouvant en face de la Terre exerce son influence sur cette dernière, on observe les aurores boréales les plus brillantes, coïncidence établie par l'auteur dans tous les cas où les rapports astronomiques ne font pas défaut. Les taches solaires s'accompagnent toujours de protubérances (facules), lesquelles diminuent en intensité à mesure qu'elles se rapprochent du milieu du disque solaire. L'auteur pense qu'un observatoire établi à proximité de l'équateur et sur une montagne élevée permettrait des observations bien plus concluantes et moins sujettes aux influences atmosphériques. Le Gouvernement allemand aurait l'intention de faire ériger, sur son conseil, des observatoires pareils sur la montagne de Kameroun et sur le Kilima-N'Djaro.

M. E. Meyer, professeur à l'École Technique de Charlottenburg, discute l'importance des moteurs à explosion pour la production de la force motrice. Les perfectionnements à apporter aux moteurs ont toujours fixé l'attention des ingénieurs en raison de l'importance énorme qu'ils possèdent pour la civilisation moderne. Pour illustrer les difficultés d'ordre technique s'opposant à l'utilisation des combustibles usuels, l'auteur rappelle que, dans les machines à vapeur ordinaires, les 13 à 15 % seulement du combustible sont utilisés. Or, la turbine à vapeur et le moteur à explosion sont deux puissants rivaux récents de la machine à piston. Quant à la turbine à vapeur, le progrès qu'elle réalise porte plutôt sur la construction, bien que le combustible, dans ce genre de machine, soit à meilleur marché et sa consommation plus petite. L'auteur est d'avis que les tentatives faites actuellement pour développer toujours davantage

les turbines à vapeur conduiront à la supériorité définitive de ces dernières. Dans la construction des machines à explosion, on s'est surtout inspiré du principe que, le coefficient économique d'une machine croissant en même temps que la chute de température disponible, il convient d'accroître cette chute de température. On s'est encore donné la tâche d'utiliser la chaleur des gaz développée dans le cylindre du moteur. Le premier moteur à combustion est dû à M. Otto. Le fonctionnement de ces moteurs est, comme on le sait, basé sur le procédé à quatre temps, un temps étant le temps utile. Sans l'eau réfrigérante entourant le cylindre, les températures élevées qui se produisent empêcheraient tout travail utile. Les chambres de compression ou de condensation sont un autre organe important de ce moteur. Les moteurs à pétrole et à benzine sont analogues à cette machine, abstraction faite de l'état liquide où se trouvent leurs combustibles. En réduisant autant que possible le volume de la chambre de compression, on a réussi à augmenter le degré de condensation (rapport du volume initial au volume de compression), facteur si important pour le coefficient économique. En raison des pressions énormes (1.500 atmosphères) ainsi réalisées, la machine a cependant, à cause de son poids énorme, perdu une partie de son caractère utile et pratique. Pour un degré de condensation de 10, les pressions maxima ne seraient que de 15 atmosphères. On réalise par là une utilisation plus parfaite de la chaleur disponible, allant jusqu'à 33 et même jusqu'à 44 °/₀. Bien que ces chiffres subissent une diminution, peu considérable, d'ailleurs, dans la pratique, l'avantage que possèdent les moteurs à explosion sur les machines à vapeur est évident. Le gaz traversant les moteurs en pure perte et la chaleur résorbée par l'eau réfrigérante réduisent le coefficient économique. Il faut encore tenir compte du travail fourni par le moteur pour aspirer le gaz et pour évacuer les résidus, aussi bien que d'une perte de 17 °/₀ due au frottement extérieur. Le coefficient économique restant est, par conséquent, de 20 à 33 °/₀, soit plus du double de celui des meilleures machines à vapeur. Dans le moteur Diesel, il a même été possible de dépasser dans une mesure notable les chiffres précités; mais les combustibles employés dans ce moteur sont malheureusement de 7 à 10 fois plus chers. Néanmoins, les petites machines à vapeur sont d'ores et déjà pratiquement remplacées par les moteurs à gaz d'éclairage. Afin d'utiliser la supériorité thermodynamique des moteurs grandes unités, il faudrait surtout arriver à diminuer le coût du combustible. Ces tentatives ont conduit à la construction des installations fonctionnant par gaz aspirant, installations basées essentiellement sur la combustion du charbon en formant du monoxyde de carbone. Dans ces appareils, le coefficient économique total de la chaleur est de 25,3 °/₀. Des unités allant jusqu'à 500 chevaux sont employées avec profit et sont adoptées de plus en plus rapidement, surtout depuis que l'emploi du lignite pour la production des gaz moteurs est devenu possible. Le perfectionnement ultime de la machine à vapeur serait dans la construction d'une turbine à gaz vraiment efficace.

M. Edm. Hoppe, de Hamburg, présente une communication sur la constitution des aimants. Les expériences qu'il vient de faire font voir que les aimants ne possédant pas de charge statique, les vues d'Ampère, suivant lesquelles les aimants élémentaires peuvent être remplacés par des courants moléculaires, représentent parfaitement les phénomènes expérimentaux. Quant à la théorie des lignes de force, il conviendrait d'admettre que ces lignes, à l'intérieur des aimants, suivent la rotation de ces derniers, tout en éprouvant à l'extérieur un retard déterminé par la viscosité du milieu.

M. A. Voller, de Hambourg, a fait des expériences sur la décroissance temporaire de la radio-activité et la durée de vie du radium. A cet effet, il a disposé du bromure de radium pur en couches extrêmement minces de différentes épaisseurs, sur des plaques de verre dont le pouvoir ionisateur a été examiné au moyen d'un électroscope Elster-Geitel. L'auteur a déterminé de quinze en quinze minutes la vitesse de décharge de ce dernier dans des séries d'expériences étendues, et cela alternativement pour l'air normal et pour l'air renfermant la plaque en expérience, en ayant soin d'éliminer toute influence mutuelle des plaques due aux émanations. Les plaques les moins concentrées ont perdu leur radio-activité après quinze jours, alors que la concentration la plus forte s'est trouvée être radio-active même après cent jours, bien qu'à un degré moindre. On trouve par extrapolation qu'à partir de 10^{-3} milligrammes de radium, la radio-activité ne disparaîtrait qu'après des années, et, pour des couches plus épaisses, après des intervalles beaucoup plus considérables, de façon que les durées de mille à deux mille ans admises par Curie, Ramsay, Soddy, etc., pour quelques milligrammes de radium paraissent très plausibles.

M. H.-Th. Simon, professeur à l'Université de Goettingue, présente un *phasemètre* de sa construction, et qui est propre à servir dans la transmission à distance des indications d'une boussole. Cet instrument est basé sur le fait, démontré en Optique, que deux champs vectoriels polarisés circulairement, et superposés avec des amplitudes égales

et des sens de rotation opposés, forment par leur composition un champ vectoriel (rotatoire) à polarisation rectiligne, dont l'azimut ne dépend que de la différence de phase des champs vectoriels composants. Or, dans le cas où deux champs magnétiques rotatoires sont superposés de la même manière, on produit un champ magnétique alternant d'un azimut équivalent à la moitié de la différence de phase. Toutes les fois que la différence de phase varie de 2π, l'azimut du champ alternatif résultant parcourt un angle de π.

II. — Sciences naturelles et médicales.

M. Haberlandt, professeur à l'Université de Graz, étudie le rôle des organes des sens dans le règne végétal. La ligne de démarcation établie par Aristote entre les règnes végétal et animal a été sans cesse accentuée plus profondément. Ce n'est que dans la seconde moitié du XIXe siècle qu'on s'est mis à démolir cette barrière, et actuellement on essaie plutôt de trouver des caractéristiques communes à ces deux règnes. La première impulsion donnée à cette tendance moderne est la découverte de la structure cellulaire des organismes; on ne tarda pas à reconnaître que les cellules de tout organisme élémentaire ont des propriétés identiques, tant il est vrai que toutes les énigmes de la vie végétale et animale paraissent concentrées dans le protoplasma. F. Fechner a été le premier à émettre l'opinion que les facultés de sensation et les perceptions sensorielles, loin d'être limitées au règne animal, gouvernent également la vie des plantes, opinion qui a été ensuite vérifiée par les travaux récents sur la Physiologie végétale. Alors qu'il semble bien établi que les animaux et les plantes sont également susceptibles de percevoir des stimulus de nature diverse, il s'agit de constater si cette sensibilité, chez les plantes, est également localisée dans des organes spéciaux. On comprendra sans peine toute la portée de cette question. Il y a cent ans, on découvrit la sensibilité de cette plante qui englobe tout insecte qui vient à toucher la surface de ses feuilles, le tue et le digère, après quoi les feuilles se rouvrent pour se mettre à l'affût d'une proie nouvelle. Ce fait intéressant, regardé comme pure curiosité d'abord, n'a pu être utilisé pour la Science qu'après que trois étapes importantes ont été franchies. Il s'agissait, en effet, d'abord de modifier les anciennes notions de stimulus et de sensibilité : le stimulus, d'après les idées modernes, n'est autre que la cause actionnant les forces latentes de l'organisme. Il fallait, de plus, établir la séparation locale de la réception du stimulus et de la réaction qu'il produit, ce qui entraînait la nécessité d'une conduction. Une découverte d'une portée immense fut celle des fibres plasmatiques, analogues aux fibres nerveuses animales. Malgré cette remarquable analogie, c'est seulement il y a quelques années que M. Haberlandt se posa la tâche d'établir la *localisation* de la sensibilité. Il réussit d'abord à trouver l'endroit sensible dans le cas des Mimosées de Ceylan et de Java, qui se garantissent d'une façon remarquable contre les insectes qui grimpent sur elles. Ses recherches ont bien établi que, dans le cours du développement physiologique, il se forme des organes sensoriels partout où le besoin s'en fait sentir, tant chez les plantes que chez les animaux. Si, dans la majorité des cas, il a été impossible d'en constater l'existence, les plantes n'en ont pas moins toutes la même capacité, bien que le besoin n'en existe pas toujours. Le développement d'un sens spécial serait dû au besoin de s'orienter dans l'espace, d'assigner aux différents organes une position convenable. Cet organe, M. Haberlandt a également réussi à en démontrer l'existence par voie expérimentale, et il a encore découvert l'organe sensible aux stimulus lumineux. Ce n'est pas « la tache oculaire rouge », mais un protoplasma décoloré juxtaposé à cette tache pigmentaire qui remplirait les fonctions visuelles, alors que, dans les plantes hautement développées, ce seraient surtout les feuilles qui serviraient d'organes de la vision. Le fait que les feuilles peuvent se placer normalement à la lumière incidente a été vérifié par l'expérience dans bien des cas. L'auteur vient d'établir que c'est l'épiderme supérieur de la feuille qui est sensible à la lumière; chaque cellule de cet épiderme est analogue à une lentille plan-convexe et ressemble beaucoup aux yeux rudimentaires des animaux inférieurs. Quant à ce qui regarde l'existence d'organes sensibles aux influences chimiques et aux effets thermiques, on ne sait encore rien de précis; mais il est bien établi qu'il n'y a de différence de principes entre l'animal et la plante ni au point de vue physiologique, ni au point de vue anatomique, dans le domaine de la perception sensorielle. On peut même dire que nulle part les analogies anatomique et histologique entre la plante et l'animal ne sont aussi grandes que dans les organes des sens. Comme les phénomènes énigmatiques se passant au sein du plasma semblent être essentiellement identiques, l'idée se présente à l'esprit que la perception sensorielle doit *s'accompagner de phénomènes psychiques* aussi chez les plantes.

M. Rhumbler, professeur à l'Université de Gœttingue, présente ses recherches *sur la Mécanique et la vie cellulaires*. Bien qu'on se soit aujourd'hui accoutumé à appliquer les lois physiques et chimiques aux organismes vivants, il n'est nullement établi que ces lois soient le terme ultime du

mécanisme des êtres vivants. Au contraire, les qualités psychiques des organismes rendent très probable l'existence de formes d'énergie limitees à la seule matière vivante. Les succès réalisés par la mécanique des organes encouragent à établir une mécanique de la cellule. Les trois objections qu'on pourrait opposer à une tentative pareille sont faciles à réfuter. L'*individualisation des cellules* n'empêche pas, en effet, une uniformité presque monotone de ce processus très important qu'est le dédoublement des cellules, uniformité qui se constate dans les cellules les plus hétérogènes. Quant à la *complexité de la matière vivante*, qu'on pourrait encore invoquer, l'auteur en appelle à la théorie génétique du système planétaire de Laplace et Kant, démontrant que la simplicité d'un système mécanique ne limite en rien la capacité de transformation et de multiplicité de ses composants. Une troisième objection faite contre la mécanique cellulaire est relative au *domaine ultramicroscopique*, qui déterminerait les actions de la substance vivante. D'après les récentes recherches d'ultramicroscopie, ces dimensions minimes, ne renfermant qu'environ mille molécules albumineuses, ne laisseraient, en effet, plus de place aux mécanismes compliqués. Malgré la diversite des cellules, diversité due à une structure ou à une constitution chimique différentes, on peut parfaitement admettre une identité ou analogie très profonde dans les fonctions mécaniques des différentes cellules, pourvu que les substances cellulaires se trouvent à un état d'agrégation identique ou analogue. Aussi il s'agissait d'abord d'établir l'état physique de la substance vivante. M. Rhumbler a reconnu, pour un grand nombre de catégories de cellules, que le contenu vivant satisfait à tous les critériums des liquides.

On peut dire que toutes les actions mécaniques jusqu'ici connues d'un grand nombre de cellules d'organismes élémentaires sont expliquées parfaitement par la mécanique des liquides. Ceci s'applique au chromotropisme des cellules amoeboïdes aussi bien qu'au thermotropisme (expliqué par les modifications thermiques de la tension superficielle) et au galvanotropisme.

Les applications des lois de capillarité au contact des cellules vivantes avec les corps solides jettent un jour très vif sur leur biologie. Voici, à ce propos, une loi déduite par l'auteur : « Toutes les fois qu'un corps étranger vient au contact de deux liquides non miscibles, il est entouré par le liquide pour lequel son adhésion est la plus grande. Si ce corps étranger est trop lourd pour être transporté par les forces d'adhésion, le liquide adhérent l'enveloppe de toutes parts, alors que, dans le cas contraire, il se rend spontanément dans le liquide plus adhésif, dont la surface se referme sur lui sans que sa forme subisse de modification sensible. Ces deux actions vis-à-vis des corps étrangers se constatent dans la nutrition des amibes. L'auteur est cependant loin de maintenir que ces phénomènes mécaniques expliqueraient parfaitement et sans autre hypothèse la vie des cellules; à ce propos, il invoque l'exemple des gouttes liquides (d'huile, de chloroforme ou de mercure) employées pour les vérifications expérimentales et qui, montrant les mêmes phénomènes de capillarité que les cellules amoeboïdes, devraient, dans ce cas, être comptées parmi les cellules vivantes. Quant à ce qui regarde la constatation des facteurs psychiques, la mécanique cellulaire ne remplirait qu'un rôle préparatoire, écartant tout ce qui n'est pas psychique. L'auteur croit que la tension superficielle constitue l'un des facteurs principaux qui régissent le mouvement des matières vivantes.

M. Aschkinas, professeur à l'École Technique de Charlottenburg, fait une conférence sur les effets bactéricides des rayons de radium. On sait que le radium émet trois espèces différentes de rayons, appelés rayons α, β, γ respectivement. Alors que les rayons γ ne subissent aucune modification sous l'action des champs magnétiques, les rayons α et β sont déviés de deux côtés opposés. Les rayons α sont fortement absorbés, alors que les rayons γ ont une remarquable puissance de pénétration; la troisième espèce de rayons est intermédiaire entre ces deux extrêmes. Or, lorsqu'on expose une colonie de bactéries au rayonnement du radium, les bactéries sont tuées après quelque temps. En insérant entre la colonie de bactéries et le radium une mince plaque d'aluminium absorbant les rayons α et une partie des β, on voit les bactéries se conserver. Il résulte de cette expérience que ce ne peuvent être que les rayons α ou la portion pénétrante des rayons β, ou bien les deux, qui exercent un effet bactéricide. Or, l'auteur ayant dévié les rayons β au moyen d'un champ magnétique et exposé la colonie de bactéries aux rayons résiduels de l'espèce α, il a obtenu la destruction des bactéries. On en conclut que seuls les rayons α possèdent des effets bactéricides, l'expérience précédente ayant fait voir que les rayons γ n'en possèdent pas.

M. Holzknecht, de Vienne, discute les systèmes de radiothérapie. La première énigme qui se présente est la question de savoir comment des rayons d'une nature si différente que les rayons cathodiques, les rayons X et les rayons de radium, la lumière du Soleil et d'autres radiations peuvent exercer des influences si analogues sur les tissus vivants ou la plaque photographique. Pour expli-

quer ce phénomène, l'auteur s'en tient à l'hypothèse de Goldstein, d'après laquelle tous ces rayons, en frappant des particules pondérables, se transforment en radiations ultraviolettes. La diversité de pénétration serait due à la différence de profondeur où cette transformation a lieu. Un autre point important est la question des effets électifs. Alors que, suivant l'opinion à peu près généralement adoptée, certains tissus seraient altérés par un effet primaire des rayons, après quoi leur altération entraînerait, par une action secondaire, celle des autres tissus, M. Holzknecht est d'avis que tous les tissus sont altérés par un effet direct des rayons, bien qu'à un degré différent, en raison d'une élection relative des tissus. Voici une nouvelle application du radium à la thérapeutique des maladies cutanées. Alors qu'on appliquait jusqu'ici le radium dans des capsules, de façon à ne le faire agir que sur une région fort réduite de la peau, M. Holzkencht répartit le radium en couches minces sur une surface carrée. C'est ainsi qu'il réussit à exposer à un rayonnement des portions même étendues de la peau pendant un intervalle court, et à en produire la réaction.

M. Rosenfeld, professeur à l'Université de Strasbourg, étudie la question de savoir si les phénomènes psychiques sont susceptibles d'influer sur l'économie du corps. Comme il le fait remarquer, MM. Voit et Hermann auraient retiré de leurs recherches la conclusion que cette influence n'est que peu appréciable, conclusion mise en doute par les médecins. Les recherches ultérieures de M. Speck, bien que donnant un résultat également négatif, auraient établi que l'entrée du sang oxygéné produit une oxydation, et la production de chaleur dans le cerveau aussi bien que dans les autres tissus. En raison de ces résultats négatifs, les expérimentateurs ont tourné dès l'abord leur attention sur l'économie du corps des aliénés, afin d'établir l'influence de la décroissance d'activité mentale sur l'économie de ces personnes. Bien que M. Scherber ait trouvé dans un cas une différence considérable d'élimination d'azote entre les personnes de mentalité normale et les idiots, cette observation isolée ne saurait être considérée comme concluante. D'autre part, il paraît probable que la remarquable oscillation du poids est bien due à la décroissance d'activité intellectuelle, alors que, suivant l'opinion autrefois admise, ce serait une perturbation de résorption dans le canal stomaco-intestinal qui produirait la diminution du poids. Afin d'élucider cette question, l'auteur vient de faire lui-même des recherches sur quatre aliénés. Le bilan très exact de l'économie du corps pour une nourriture fixe, consistant en lait, sucre, albumine et sel, a donné le résultat bien certain qu'il n'y a point de perturbation de résorption pareille. L'auteur incline à croire que les oscillations de poids en question sont dues à une différence de la teneur en eau, bien que d'autres facteurs puissent très bien entrer également en jeu.

M. Grossmann, de Berlin, fait une conférence sur l'hypnose et son importance. Bien qu'on ait étudié la relation entre l'hypnose et le sommeil, on n'a pas encore donné de définition vraiment scientifique de ce que c'est que l'hypnose. A cet effet, il serait nécessaire de commencer non pas par l'homme, terme ultime du développement animal, mais par les organismes les plus élémentaires, à savoir les êtres monocellulaires. Les éléments psychiques, représentés, d'une part, par le corps cellulaire avec son noyau, et de l'autre par le *centrosoma*, pourraient, en effet, se retracer jusqu'à ces organismes monocellulaires. Quant au centrosoma, les recherches récentes ont établi qu'il constitue le produit des stimulus extérieurs. Or, comme le protoplasma est doué de cette importante propriété qu'est l'élasticité, l'organisme monocellulaire, à l'égal de l'organisme le plus compliqué, pourrait subir une certaine excitation, transmise par l'élasticité du protoplasma aux éléments nerveux. Si, cependant, une certaine limite d'excitabilité était dépassée, l'excitation ne produirait plus d'effet. Toute excitation positive exerçant une action mécanique, telle que, par exemple, la destruction d'éléments constitutifs, les images mémoratives seraient produites par une excitation constante. Or, après avoir agi sur les centres élastiques du cerveau, une suite d'excitations occasionnerait leur détente et, par là, l'état dit « sommeil normal ». Ce sommeil normal, on le voit, régénère les tissus détruits par les excitations antérieures. En considérant que le sommeil est produit en première ligne par la détente des centres nerveux périphériques, détente suivie par celle des centres nerveux supérieurs, on comprendra qu'une détente des centres nerveux périphériques produite par voie artificielle pourra servir à la production d'un sommeil artificiel, soit l'hypnose. Or, on sait que l'hypnose est produite par des objets éblouissants, captivant l'attention du sujet, tels que les miroirs métalliques. Quant à l'utilisation pratique de l'hypnose dans la médecine, l'auteur est d'avis que l'École de Nancy prend une importance toujours croissante, car dans le traitement de l'hystérie, comme dans celui des inflammations d'articulations tuberculeuses, on a réalisé de remarquables succès, bien qu'on ne puisse admettre que l'hypnose possède des vertus bactéricides.

A. Gradenwitz,
Docteur ès sciences.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Chomé (F.), *Professeur à l'Ecole militaire de Belgique.* — **Cours de Géométrie descriptive**, 3e *édition. Première partie : livre I* (*Prix* : 10 *fr.*), 1898; *livre II*, 1899 (*Prix* : 15 *fr.*). *Deuxième partie*, 1904 (*Prix* : 10 *fr.*). *Gauthier-Villars, éditeur. Paris*, 1904.

Le *Cours de Géométrie descriptive* de M. Chomé embrasse des matières qui se répartissent, en France, entre les programmes des classes de Mathématiques des lycées et ceux des Ecoles spéciales.

La première partie, relative aux projections orthogonales sur deux plans perpendiculaires, se divise en quatre livres, dont les deux premiers seuls ont paru (le premier ayant même atteint déjà sa troisième édition). Ils traitent des matières suivantes : livre I, le point, la droite et le plan; livre II, plans tangents aux surfaces coniques, cylindriques et de révolution; livre III, sections planes des mêmes surfaces; livre IV, intersection de ces surfaces entre elles.

La deuxième partie a trait aux plans cotés.

L'impression d'ensemble qui se dégage de l'ouvrage de M. Chomé est celle d'un cours soigneusement mûri, dans un esprit vraiment pratique, et où aucun détail n'est négligé. L'exécution matérielle n'en laisse d'ailleurs rien à désirer; le texte, imprimé en gros caractères, avec des divisions bien nettes, se lit facilement; les figures, groupées dans des atlas spéciaux, sont dessinées avec le plus grand soin. C'est un côté qui, pour un ouvrage de cet ordre, est loin d'être négligeable.

Pénétré avant tout des exigences de la pratique, l'auteur se place dans les conditions qui se rencontrent dans les applications techniques. C'est ainsi que, pour lui, un plan résulte simplement — ainsi qu'il convient — de la rencontre de deux droites quelconques et non plutôt des deux droites, ses traces, suivant lesquelles ce plan rencontre les plans de projection. L'emploi abusif des traces inculque aux élèves de mauvaises habitudes qui leur deviennent une gêne lorsqu'ils se trouvent en face des applications puisées dans la réalité. Ils en arrivent à croire que les traces jouissent de propriétés spéciales en vertu desquelles elles n'interviendraient pas dans les épures comme des droites ordinaires. Il suffit, d'ailleurs, d'avoir toujours soin, comme le fait M. Chomé, lorsqu'intervient une trace, de la désigner, comme toute autre droite, par ses deux projections (dont une confondue avec la ligne de terre), pour empêcher les élèves de se faire une fausse conception du rôle joué par ces traces quand on y a recours.

En outre, les notations de l'auteur, voisines de celles d'Olivier, et qui reposent sur l'emploi d'indices h et v attribués respectivement aux projections horizontales et verticales, sont particulièrement parlantes et préviennent toute confusion.

La question délicate de la détermination des sections planes des polyèdres, réduites à leurs parties utiles, et, plus encore, des intersections des polyèdres, exige de la méthode; sans quoi, les tracés superflus, en se compénétrant, finissent par dissimuler le résultat qu'il s'agit de dégager. La manière dont elle est traitée par M. Chomé écarte absolument ce danger.

Il convient de louer de même les méthodes suivies par l'auteur pour les rabattements, les rotations, surtout pour les changements de plans de projection, qui, grâce en particulier à son heureux choix de notations, offrent une parfaite facilité.

Au point de vue descriptif, l'étude très complète développée par l'auteur au sujet du point simple d'une courbe gauche mérite d'être remarquée. Nous en dirons autant de son étude très soignée du contour apparent d'une surface.

Enfin, nous tenons à le louer de la façon dont il expose tout ce qui a trait aux développements des cônes et des cylindres, et, en particulier, du souci qu'il a eu de donner des démonstrations rigoureuses des théorèmes qui s'y rapportent, n'hésitant pas, comme le faisait jadis J. de la Gournerie, à recourir pour cette fin à l'emploi de la méthode analytique. Celle-ci prend aux yeux des élèves une portée nouvelle lorsqu'elle s'applique ainsi à des objets que les méthodes descriptives leur permettent de saisir en quelque sorte sous forme concrète.

Le même souci de rigueur, la même recherche de généralité et de bonne ordonnance dans les méthodes, la même heureuse union du procédé descriptif et du développement analytique se rencontrent dans la partie consacrée aux plans cotés, où la représentation des surfaces topographiques est notamment développée avec un soin qui mérite de retenir l'attention.

Le volume se termine par quelques notions sur les abaques à deux entrées du type le plus simple, c'est-à-dire du type cartésien, et sur leur anamorphose. Nous nous permettrons de regretter qu'à cette occasion l'auteur ait omis de citer le nom de Lalanne.

Le Cours de M. Chomé est, d'ailleurs, complété par un très grand nombre d'exercices empruntés en partie aux programmes de l'Ecole militaire.

En parcourant cet excellent ouvrage, on s'explique facilement la vogue qu'il a si rapidement conquise dans son pays d'origine, où il a amené la transformation de l'enseignement dans plusieurs établissements destinés à la formation des ingénieurs. Mais il y aurait ailleurs encore grand profit à en tirer.

M. D'OCAGNE,
Professeur à l'Ecole des Ponts et Chaussées.

Auscher (Léon), *Ingénieur des Arts et Manufactures.* — **Le Tourisme en automobile.** — 1 *vol. gr. in-8° de* 463 *pages et* 140 *figures, avec préface de* BAUDRY DE SAUNIER. (*Prix* : 7 *fr.* 50.) *Vve Ch. Dunod. Paris*, 1904.

« On acquiert le sens touriste, comme on acquiert le sens artiste », dit fort justement M. Baudry de Saunier dans la préface de ce livre. Et nous souhaitons d'en faire la bienheureuse expérience à ces chauffeurs trop nombreux, qui ne prisent leur voiture que pour la rapidité avec laquelle elle les transporte d'un point à un autre, et qui traversent, sans les voir, les jolis paysages bordant leur route.

En tout cas, quiconque veut faire l'achat d'une automobile, et se lancer avec elle à la découverte de notre belle France, doit apprendre quels genres de châssis et de carrosserie conviennent au but qu'il se propose. Il ne fera son choix, dans la multiplicité de types qui s'offrent à lui, que s'il a de ces types une idée générale suffisamment exacte. Sa voiture achetée, il devra apprendre à l'équiper pour la route avec les rechanges capables de parer aux divers incidents qu'il peut avoir à subir.

C'est une véritable initiation, pour laquelle M. Auscher était tout indiqué par sa triple qualité d'ingénieur, de carrossier et de touriste. Il l'a faite avec une compétence absolue, dans un style élégant et clair.

Dans le corps de l'ouvrage, ou dans les documents qui en forment les annexes, on trouvera de précieux renseignements sur les routes et la façon de diminuer

leur poussière, les cartes, le transport des automobiles, les moyens d'assurer ces dernières contre les divers risques, les formalités douanières, les lois et règlements sur la police du roulage et spécialement sur la circulation des automobiles. GÉRARD LAVERGNE.
Ingénieur civil des Mines.

2° Sciences physiques

Swyngedauw (R.), *Professeur à l'Université de Lille.* — **Phénomènes fondamentaux et principales applications du courant alternatif.** — 1 *vol. in*-8°. *Vve Dunod, éditeur, Paris*, 1904.

Dans les traités élémentaires d'Electrotechnique qui ont paru en ces derniers temps, on peut distinguer deux courants dans la façon dont le sujet est exposé.

Certains auteurs, considérant plus particulièrement les résultats pratiques de l'électricité, insistent sur le côté application et s'en tiennent essentiellement à la description des appareils et des machines, ainsi qu'à leur mode d'emploi.

Les autres, restant sur le terrain de la théorie, assument la tâche difficile et délicate de donner, de la façon la plus simple possible, une idée exacte des principes qui sont la base du fonctionnement des appareils électro-mécaniques.

L'ouvrage de M. Swyngedauw est écrit selon cette deuxième manière d'envisager la question. C'est la reproduction de cours faits à la Faculté des Sciences de Lille pour des auditeurs non spécialistes en Electrotechnique.

Après le rappel de quelques notions fondamentales de Mécanique et de Physique, l'auteur étudie successivement : les propriétés générales des courants (courant, tension, champ magnétique, induction); puis celles plus spécialement relatives au courant alternatif, (valeurs efficaces de l'intensité et de la force électromotrice, self-induction, puissance des courants alternatifs, mesure de celle-ci); la troisième partie est consacrée à la théorie des alternateurs et des moteurs synchrones et asynchrones, la quatrième, à celle des transformateurs et des convertisseurs.

Le but même du volume ne prête naturellement pas à l'introduction d'exposés bien nouveaux. Nous citerons cependant le paragraphe se rapportant à la force électromotrice, dont la notion est déduite de celle de puissance, inversement à la méthode habituelle; nous mentionnerons aussi les pages relatives à la puissance d'un courant alternatif avec décalage; également celles où se trouve décrite la méthode du dynamomètre différentiel de M. Potier.

Le dernier chapitre est consacré à l'étude des redresseurs électrolytiques de courant alternatif en courant ondulé; on y trouvera la description du clapet Nodon et de la soupape Hewitt-Cooper.

P. AD. MERCIER,
Ingénieur à la Compagnie de l'Industrie électrique et mécanique à Genève.

Ostwald (W.), *Professeur à l'Université de Leipzig.* — **Die wissenschaftliche Grundlagen der analytischen Chemie** (LES PRINCIPES SCIENTIFIQUES DE LA CHIMIE ANALYTIQUE), 4e *édition.* — 1 *vol. in*-8° *de* 224 *pages* (*Prix* : 8 *fr.* 75.) *W. Engelmann, éditeur. Leipzig*, 1904.

Les lecteurs de cette *Revue* ont été tenus au courant de la publication de cet ouvrage, dès l'apparition de sa première édition en 1894. L'excellente traduction française qu'en a faite M. Hollard en 1903 leur a été aussi signalée. Il sera donc superflu de revenir sur le fond de l'ouvrage, à l'occasion de la publication de la 4e édition allemande. Si nous croyons néanmoins utile de la mentionner ici, c'est moins pour marquer le succès croissant de ce petit livre, traduit en français, anglais, russe, italien, japonais et hongrois, que pour noter le mouvement de pénétration des doctrines de la Chimie-physique dans le domaine de la Chimie, qui, par son empirisme et son but essentiellement pratique, avait semblé jusqu'à présent pouvoir se passer pour ainsi dire complètement des progrès de la théorie.

PHILIPPE-A. GUYE,
Professeur de Chimie à l'Université de Genève.

Ledebur (A.), *Professeur de Métallurgie à l'Ecole des Mines de Freiberg.* — **Manuel théorique et pratique de la Métallurgie du Fer.** *Traduction française de* M. BARBARY DE LANGLADE. *Revu et annoté par* M. VALTON. — 2e *édition française*, 2 *vol. in*-8° *avec* 404 *fig.* (*Prix* : 50 *fr.*) *Ch. Béranger, éditeur, Paris*, 1904.

Le traité de Métallurgie du Professeur Ledebur est devenu rapidement classique en Allemagne et également en France, grâce à l'excellente traduction de MM. Barbary de Langlade et Valton. L'ouvrage du professeur de Freiberg est, en effet, de tous points remarquable; il n'existe pas d'ouvrage où soient aussi heureusement dosés les données d'ordre scientifique et d'ordre pratique, ainsi que les renseignements qui, intervenant en Métallurgie, se rattachent à des sciences très différentes, telles que la Mécanique et la Chimie. L'étudiant y puise toutes les connaissances métallurgiques que l'on peut acquérir dans les livres; le praticien y retrouve les idées générales sur lesquelles il doit revenir de temps en temps pour en suivre l'évolution et s'abstraire un peu des trop menus détails de la pratique, et aussi bon nombre de détails et d'observations judicieusement choisies et soumises à une critique impartiale.

La deuxième édition française, que viennent de publier MM. Barbary de Langlade et Valton, d'après la quatrième édition allemande, contient des modifications assez importantes. Les progrès de la Métallurgie n'ont pas été négligeables dans ces dernières années, et le Professeur Ledebur, sans changer en rien le plan de son ouvrage primitif, l'a mis au courant des installations et études nouvelles.

Dans la première partie, intitulée « Introduction à la métallurgie du fer », signalons spécialement les additions relatives aux fours à coke avec récupération des sous-produits, aux appareils d'enfournement et de défournement mécanique; un court chapitre relatif aux combustibles liquides a été ajouté. Dans le chapitre relatif aux fours, sont signalés les nouveaux modèles de valves d'inversion et les fours oscillants du type Campbell. Les fours Wellmann, qui semblent s'être répandus davantage que les précédents, ne sont pourtant pas décrits. Le chapitre qui a été le plus augmenté dans cette première partie est celui qui est relatif à « l'étude chimique du fer au point de vue métallurgique ». Le Professeur Ledebur y examine la question des transformations du fer, y donne d'intéressantes considérations sur les alliages en général et examine en détail les rapports chimiques du fer avec les divers éléments, notamment avec le carbone, les divers états du carbone dans les fers carburés, et les déductions qu'on peut faire à ce sujet de l'étude des points critiques et de l'examen microscopique du métal.

Dans la deuxième partie, relative à « la fonte et sa fabrication », peu de modifications importantes. Un chapitre a été ajouté, relatif aux dispositifs mécaniques pour le transport et l'emmagasinage des matières premières. Dans le chapitre relatif à l'utilisation des produits accessoires des hauts-fourneaux, on est un peu surpris de ne pas voir indiquer l'emploi des gaz dans des moteurs, qui a fait l'objet de nombreuses applications dans ces dernières années.

La troisième partie, qui a pour sujet « le fer malléable et sa fabrication », débute par un intéressant et important chapitre dans lequel sont décrites les différentes propriétés des fers et aciers, ainsi que l'influence, sur ces propriétés, de la composition chimique et des traitements mécaniques et calorifiques subis par les métaux. Les nombreuses séries d'essais effectués à ce sujet, surtout dans ces dernières années,

y sont résumées et discutées. Signalons aussi, dans cette troisième partie, le chapitre relatif à la fabrication de l'acier par fusion, dans lequel sont décrits les procédés Bessemer, Thomas et Martin, ainsi que les récentes modifications de ce dernier, procédé Bertrand-Thiel, procédé Talbot, etc.; peut-être l'auteur ne fait-il pas assez ressortir l'importance du développement pris par le procédé Thomas et la perfection à laquelle il a pu être amené récemment.

Un point qui, dans le traité de Ledebur, frappe le lecteur un peu au courant de la littérature métallurgique, est le peu d'importance accordé aux conceptions théoriques sur la constitution des produits ferreux qui, depuis quelques années, ont donné lieu à d'innombrables publications. Les discussions sur ce sujet ont été assez vives pour provoquer la constitution de camps opposés, les *carbonistes* et les *allotropistes*, que M. Howe a vainement tenté de mettre d'accord en créant la secte des *carbo-allotropistes*. Le Professeur Ledebur, qui est certainement au courant de ces publications, puisqu'il analyse pour les lecteurs du *Stahl und Eisen* les principaux travaux techniques relatifs à la Métallurgie, paraît traiter assez dédaigneusement toutes ces conceptions théoriques; il consacre quelques lignes à la transformation allotropique dite du fer α en fer β, et, dans une courte note, signale seulement que quelques observateurs admettent l'existence d'un fer γ en ajoutant : « Cette question n'a, d'ailleurs, que peu d'importance au point de vue de la manière dont le fer se comporte; il ne semble pas utile de la résoudre ». Sans aller aussi loin que le Professeur Ledebur, nous pensons qu'une opinion aussi catégorique, émanant d'une incontestable autorité, aura l'effet utile de ramener à leur importance réelle bien des conceptions théoriques auxquelles on peut au moins reprocher d'être prématurées et de reposer sur des données expérimentales tout à fait insuffisantes. Mais, tout en reconnaissant avec le Professeur Ledebur que les théories émises jusqu'à présent sur la constitution des produits ferreux n'ont amené aucun résultat pratique, nous croyons que les études de ce genre pourront avoir dans l'avenir un effet utile et qu'il serait mauvais de les négliger complétement.

G. Charpy,
Docteur ès sciences.

3° Sciences naturelles

Giard (Alfred), *Membre de l'Institut.* — **Controverses transformistes.** — 1 *vol. in-8° raisin de* 180 *pages, avec* 23 *fig. (Prix : 7 fr.) C. Naud, éditeur, Paris,* 1904.

Faire l'analyse des controverses transformistes de M. A. Giard serait exposer dans ses détails l'évolution des doctrines transformistes pendant ces vingt-cinq dernières années. Chaque naturaliste est au courant de ces travaux; aussi nous nous bornerons à mentionner l'ouvrage en question sans en analyser en détail les divers chapitres, qui constituent plutôt un recueil d'études antérieurement publiées, de 1874 à 1890, qu'une œuvre absolument neuve. L'ouvrage est divisé en sept chapitres, qui sont les suivants :

I. *Histoire du transformisme*, publiée en 1888; deux phrases résumeront la première partie de ce chapitre : « A une époque où les documents embryogéniques n'étaient pas suffisants pour établir la doctrine de l'Evolution sur des bases inébranlables, un certain nombre de naturalistes ont été conduits à considérer les êtres organisés comme les manifestations de l'activité d'un créateur sans cesse occupé à perfectionner son œuvre. »

Après avoir expliqué la théorie de l'évolution *idéale* et après lui avoir opposé celle de l'évolution *réelle*, l'auteur consacre une large part aux travaux de Buffon, qui avait bien compris toute la valeur de l'influence des milieux sur la transformation des êtres organisés, mais n'avait pas essayé d'expliquer comment s'exerce cette influence et par quel mécanisme elle manifeste son action. Ce fut Geoffroy Saint-Hilaire qui eut cet honneur; Lamarck, contemporain de Geoffroy Saint-Hilaire, ajouta la notion plus précise des modifications déterminées dans les organes par la nécessité de réagir continuellement contre ces milieux et, de plus, il constata la transmission par hérédité des modifications acquises.

A l'influence des milieux sur la variabilité des espèces, Lamarck opposa, en quelque sorte, l'influence du régime; puis l'auteur en arrive à Darwin, à la lutte pour l'existence, à la sélection naturelle. L'auteur s'élève ensuite contre certains naturalistes qui paraissent supposer que tout est dit lorsqu'ils ont invoqué la grande loi de Serres et de F. Mueller, et il ajoute : « Telle ne doit pas être notre attitude, et nous ne devons pas nous payer de mots, alors même que ces mots résument et synthétisent un vaste ensemble de phénomènes ».

II. *L'embryogénie des Ascidies et l'origine des Vertébrés*, publié en 1873. L'auteur y fait l'éloge des travaux de Kowalewski et s'oppose aux théories de Baer, point par point, paragraphe par paragraphe; il s'efforce de montrer que, quand un animal est fixé de façon à ne pouvoir librement changer de place, c'est toujours par le dos que s'opère cette fixation. Nous nous permettrons de relever une phrase de ce chapitre, car elle nous montre sous son véritable jour l'œuvre de M. A. Giard : « Les recherches de Kowalewski, de Metchnikoff, de Bobretsky, de Haeckel nous ont ouvert depuis peu des voies nouvelles qu'il serait dangereux de dédaigner froidement en haussant les épaules, malgré les éloges décernés par L. Agassiz *aux savants français qui ont pris cette attitude* ». Or, M. Giard a lutté toute sa vie contre ceux qui se bornent à hausser les épaules, et les brèches qu'il a faites dans leurs rangs depuis 1874 nous semblent irréparables.

III. Sous ce titre : *Les faux principes biologiques et leurs conséquences en taxonomie* (1876), M. Giard expose, attaque et ruine quatre systèmes de classification : les classifications purement anatomiques, suivant la méthode de Cuvier; les classifications basées sur la morphologie de l'adulte, dont M. Lacaze-Duthiers nous a laissé des modèles; les classifications prétendues embryologiques de C. Semper; enfin les classifications dites purement objectives que le Professeur Huxley a voulu faire admettre. M. A. Giard propose, à son tour, sa méthode, qu'il appelle la méthode de superposition embryogénique; ce procédé nous semble réunir, en effet, de grandes probabilités de certitude. L'auteur ajoute que le type Mollusque n'existe pas, ou plutôt n'est qu'une modification sans importance fondamentale du type Annélide, et que l'ancien groupe des Annelés constitue un ensemble des plus hétérogènes, un embranchement tout à fait *artificiel*. L'auteur fait figurer ensuite l'arbre généalogique qu'il donne dans ses cours depuis 1889.

IV. Dans le chapitre suivant, publié en 1889, l'auteur expose d'une façon détaillée ses vues sur les facteurs de l'évolution; il les classe comme suit : *Facteurs primaires directs* : a) milieu cosmique; exemple : climat, lumière, température, etc.; b) milieu biologique; exemple : alimentation, parasitisme etc. *Facteurs primaires indirects* : a) réaction éthologique contre le milieu cosmique; exemple : adaptation, convergence; b) réaction contre le milieu biologique; exemple : ressemblance protectrice, mimétisme, etc. *Facteurs secondaires.* Hérédité, concurrence vitale, concurrence sexuelle et sélection sexuelle, ségrégation, amixie, sélection physiologique, hybridité, etc.

Le chapitre V, publié en 1898, traite du *principe de Lamarck et de l'Hérédité des modifications somatiques.* Il constitue une attaque contre l'école de Weismann, lequel nie l'hérédité des modifications somatiques. En niant cette hérédité, on est conduit à supposer que les ancêtres des êtres vivants actuels et même le plasma primordial possédaient eux-mêmes toutes les variations qui sont apparues depuis; nous serions ainsi ramenés

à l'idée des forces créatrices, réglées, il est vrai, par la sélection; la porte serait de nouveau ouverte aux agents directeurs immanents ou extérieurs à la matière; mais si, au contraire, nous admettons la transmission des caractères somatogènes, la transformation des êtres vivants deviendra bien plus rapide, *elle sera déterminée par l'action des facteurs primaires.*

VI. Lorsque M. A. Giard parle de la *convergence de la vie pélagique* (1875), il accumule des exemples nombreux et frappants à l'appui des caractères d'adaptation propres à la vie pélagique: transparence des tissus, développement considérable de certains organes des sens, réduction du tube digestif, etc; et il termine en disant avec Haeckel : Il faut réserver le titre de naturaliste à l'homme qui s'efforce non seulement de voir les faits particuliers, *mais encore d'en saisir le lien étiologique.*

VII. Dans le dernier chapitre (1877), l'auteur parle de la *pleurostase* et des animaux dysdipleures; à côté d'espèces qui se tiennent habituellement sur un certain côté, on en trouve d'autres qui se trouvent sur le côté opposé; les facteurs essentiels de la pleurostase des Poissons sont : 1° l'extrême minceur et la grande hauteur des embryons; 2° la transparence parfaite de ces embryons; 3° l'asymétrie des organes des sens et surtout des yeux.

Conclusion. Malgré la diversité des matières qui en sont l'objet, les *Controverses transformistes* ne donnent pas l'impression d'une suite d'articles, mais d'un tout plein d'unité. Néanmoins, on pourrait être surpris, lorsqu'on arrive à la fin du volume, de ne pas trouver une conclusion résumant dans un seul faisceau les sept articles précédents; mais tous ceux qui connaissent l'enseignement du Maître éminent, qui savent quelle part considérable il a prise à l'introduction en France des doctrines transformistes, ont déjà compris qu'un travail de ce genre ne pouvait être sérieusement résumé en quelques lignes, chaque controverse résumant elle-même *l'œuvre de lumière* du savant professeur. Ses controverses tentent à débarrasser la Biologie des arguments finalistes qui l'encombrent et à mettre quelque clarté dans les conceptions embrouillées des partisans du transformisme. Il est trop rare qu'un savant, après s'être convaincu de la vérité de certaines doctrines scientifiques, soit capable d'en accepter toutes les conséquences. Or M. A. Giard, négligeant toute accommodation avec le ciel, a accepté et exposé pendant vingt-cinq années, sans réticence, d'une façon entière, ce qu'il croit être la vérité scientifique. Son œuvre est donc considérable et elle est connue comme elle, non seulement en France, mais aussi à l'Etranger.

E. DE RIBAUCOURT,
Docteur ès sciences, Préparateur à la Sorbonne.

4° Sciences médicales

Bramwell (J. Milne), M. D. — **Hypnotism (Its history, practice and theory).** — 1 *vol. in-8°, de XIV-478 pages.* (*Prix* : 22 fr. 50.) *Grant Richards, éditeur. Londres*, 1904.

Ce livre a été écrit dans le but d'attirer l'attention du monde médical sur la valeur thérapeutique de l'hypnotisme. Véritable traité, il condense l'opinion des nombreux auteurs qui se sont occupés de la question de l'hypnotisme, en même temps qu'il fournit les résultats de douze années de pratique et de recherches personnelles. Il serait à souhaiter pour le public médical français que cet ouvrage fût traduit; nous ne possédons sur le même sujet aucun traité récent qui lui soit comparable, à la fois par la documentation et la clarté d'exposition. De très nombreuses divisions et subdivisions de chapitres, tout en donnant à ce travail une forme un peu trop didactique, facilitent singulièrement la lecture.

Dans son historique, M. Bramwell s'étend principalement sur l'œuvre d'Elliotson (1791-1868) et de James Esdaile (1808-1857), disciples trop peu connus de Mesmer, en Angleterre; comme Liébault, ils furent victimes de la nouveauté de leurs idées et restèrent incompris de leurs contemporains.

Les diverses méthodes pour obtenir l'hypnose sont soigneusement exposées. Aux procédés mécaniques (passes, miroirs, etc.) l'auteur préfère, actuellement, la suggestion verbale faite dans de bonnes conditions, c'est-à-dire après avoir pris connaissance de l'état mental du patient et gagné sa confiance. Nous trouvons là quelques lignes intéressantes sur l'emploi de divers médicaments (haschich, chloroforme, opium, etc...), pour faciliter l'hypnose, et sur l'auto-hypnotisme signalé déjà par Forel.

Contrairement à l'opinion du public, M. Bramwell démontre que la susceptibilité à l'hypnose est habituelle chez les sujets sains d'esprit, tandis qu'au contraire les hystériques, les déséquilibrés, les aliénés sont souvent réfractaires. Dans sa pratique, le pourcentage des individus hypnotisables a varié de 75 à 100 °/° suivant des conditions difficiles à apprécier.

Les modifications organiques et psychiques produites par l'hypnose sont longuement étudiées, en particulier les modifications de la mémoire et de l'orientation dans le temps. Les précautions multiples que l'opérateur doit prendre pour éviter d'être dupe de son sujet et de lui-même sont minutieusement exposées.

Tous les états ou degrés successifs qui ont été décrits dans l'hypnose sont artificiels, les divers symptômes donnés comme caractéristiques de chacun d'eux étant provoqués par la suggestion, consciente ou non, des opérateurs. L'auteur admet trois degrés : 1° *léger hypnose* : on peut obtenir des modifications dans l'état des muscles volontaires; 2° *profond hypnose* : on peut, de plus, produire des modifications dans les perceptions sensorielles; 3° *somnambulisme* : en outre de nombreuses manifestations hypnotiques, aucun souvenir ne persiste au réveil. Avant, ou plutôt à côté de ces trois degrés, M. Bramwell reconnaît l'existence d'un état particulièrement intéressant pour le médecin, dans lequel, malgré l'absence des manifestations extérieures habituelles de l'hypnose, les suggestions thérapeutiques sont acceptées et ont une efficacité plus grande que dans la suggestion à l'état de veille.

Ensuite sont résumées les applications de l'hypnotisme à la pratique chirurgicale et médicale; de nombreuses observations personnelles ou étrangères sont adjointes. L'auteur reconnaît que l'hypnotisme n'a, en Chirurgie, qu'une importance toute théorique; en Médecine, il ne le considère pas comme un remède universel, mais comme un moyen thérapeutique qui doit être combiné à d'autres. Il a produit particulièrement de bons effets dans les névroses simples. L'hypnotisme ayant pour but de développer le pouvoir de contrôle sur soi-même aura surtout des effets utiles dans ces maladies qui ne sont souvent que le résultat final d'une vie intellectuelle caractérisée par l'absence de discipline et de self-contrôle.

Tout en déclarant, comme l'a prouvé l'expérience, que l'hypnotisme est exempt de dangers entre les mains des médecins avisés et des physiologistes, M. Bramwell donne des conseils très sages sur son emploi thérapeutique : il recommande de ne l'appliquer qu'aux malades capables d'en profiter, d'associer, s'il y a lieu, d'autres moyens médicaux, de ne faire que des suggestions utiles à la guérison et d'expliquer au patient qu'il ne s'agit d'aucune action surnaturelle.

Dans un très long chapitre sont exposées les hypothèses nombreuses des auteurs sur la nature de l'hypnotisme. M. Bramwell résume en quelques propositions chacune des opinions et les discute, en montrant la part d'erreur et de vérité contenue dans chacune d'elles. Trop modestement, il finit ce chapitre en déclarant qu'il ne cherchera à substituer aucune théorie personnelle à celles qu'il vient de discuter.

Le livre se termine par une bibliographie indiquant les ouvrages principaux consultés par l'auteur.

Dr ROGER MIGNOT,
Médecin à l'asile de Ville-Évrard.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 5 Décembre 1904.

1° Sciences mathématiques. — M. **Em. Picard** poursuit ses recherches sur la formule générale donnant le nombre des intégrales doubles de seconde espèce dans la théorie des surfaces algébriques. — M. **V. Volterra** applique la méthode de Riemann généralisée à l'étude des équations différentielles du type parabolique. — M. **Potron** a déterminé les groupes d'ordre p^m (p premier, $m > 4$) dont tous les diviseurs d'ordre p^{m-2} sont abéliens. — MM. **V. Fournier**, **A. Chaudot** et **G. Fournier** ont observé les Perséides, en août dernier, dans la Côte-d'Or. Le radiant principal de Persée continue à se déplacer dans la direction de l'étoile 51 Girafe. La moyenne des hauteurs d'apparition a été de 168,5 kilomètres, celle des hauteurs de disparition de 53,3 kilomètres. — M le vice-amiral **Fournier** établit un nouveau critérium caractérisant les bâtiments aptes aux grandes vitesses, c'est-à dire dont l'utilisation du travail moteur s'améliore aussi longtemps que leur translation s'accélère.

2° Sciences physiques. — M. **P. Helbronner** décrit un système de téléstéréoscopie, donnant le relief, tout en conservant le fort grossissement du téléobjectif, par l'obtention de deux épreuves de la même région éloignée, la distance des deux stations de pose étant régie par certaines règles. — MM. **V. Crémieux** et **L. Malclès** établissent nettement le phénomène de la diminution de l'influence électrique, au travers des diélectriques solides, par l'apparition, au sein de ces diélectriques, de charges réactives. — M. **H. Bordier** communique des expériences permettant de déceler les rayons N par les variations instantanées de l'éclat du sulfure de calcium, enregistrées sur une plaque sensible par une pose prolongée. — MM. **V. Henri** et **A. Mayer** : Sur la composition des granules colloïdaux (voir p. 1137). — M. **J. Lavaux**, en faisant réagir le chlorure de méthylène sur le toluène, en présence d'$AlCl^3$, a obtenu trois diméthylanthracènes, F. 232°, 240° et 87° respectivement, et du β-monométhylanthracène. — M. **P. Lemoult** a constaté que certaines amines secondaires cycliques $R.Az(R')H$ donnent, avec PCl^5 et PCl^3, des produits volatils parmi lesquels on trouve les corps $R'Cl$; il y a donc rétrogradation de l'amine secondaire en aniline. — M. **G. Bertrand** a réalisé la synthèse de la *d*-idite, qui s'est montrée identique à la sorbiérite naturelle. — M. **G. Baudran**, en traitant le chlorhydrate ou le sulfate de strychnine par le permanganate de calcium à 5 % à 37°, a obtenu un produit qui, mélangé à la strychnine, annihile les effets de ce poison sur le cobaye. — MM. **Schlagdenhauffen** et **Reeb** ont reconnu que les extraits pétroléiques des céréales renferment de l'acide phosphorique libre, des phosphates de sodium ou de potassium, de chaux, de fer et de manganèse, dont on peut déterminer la présence dans le produit de l'incinération.

3° Sciences naturelles. — M. **G. Variot** a élevé avec du lait de vache stérilisé à 108° plus de 3.000 enfants de la classe ouvrière dans le quartier de Belleville; 3 à 4 % au plus se sont montrés incapables d'utiliser ce lait. On n'a observé aucun cas de scorbut infantile. — M. **S. Leduc** a réalisé, par la diffusion, des figures qui ont exactement toutes les propriétés physiques de celles de la karyokinèse. — M. **R. Quinton** a reconnu que le Sélacien, tout en possédant une concentration saline indépendante de celle du milieu extérieur, reste sous la dépendance osmotique de ce milieu. — M. **M. Baudouin** a étudié un Copépode qui vit en parasite sur la sardine en Vendée; c'est un *Lernæenicus*, très voisin du *L. sprattae*. — M. **Arm. Viré** résume les principales données que lui a procurées l'étude de la faune des cavernes. — M. **A. Guilliermond** poursuit ses recherches sur la germination des spores chez les levures. L'existence de stades à un seul noyau, succédant à des stades à deux noyaux très rapprochés l'un de l'autre, a été observée de la manière la plus précise sur un nombre considérable de préparations : la fusion nucléaire ne peut faire aucun doute. — M. **A. Dauphiné** a étudié les modifications anatomiques qui se produisent au cours de l'évolution de certains rhizomes. — M. **A. Lacroix** établit l'existence, à Tahiti, d'une série pétrographique remarquable, comprenant, en fait de roches grenues, des syénites néphéliniques, des monzonites néphéliniques, des gabbros néphéliniques, des gabbros amphiboliques, et enfin des roches à grain très fin (camptonites, monchiquites, tinguaites).

Séance du 12 Décembre 1904.

1° Sciences mathématiques. — M. **Fatou** poursuit ses recherches sur l'approximation des incommensurables et les séries trigonométriques. — M. **Le Vavasseur** a recherché tous les groupes continus de l'espace, finis ou infinis, dont les transformations infinitésimales sont de la forme $\zeta(x, y, z)\, r$, $r = \partial f/\partial z$. — M. **H. Padé** présente quelques remarques sur une méthode pour l'étude de la convergence de certaines fractions continues. — M. **Jacob** a étudié la détonation sous l'eau des substances explosives. Il montre que la durée de décomposition de la substance doit être sensiblement proportionnelle à la puissance 1/3 du poids de la charge.

M. **Lœwy** indique les résultats de la détermination de la différence de longitude entre les méridiens de Paris et de Greenwich, exécutée par MM. Bigourdan et Lancelin. La valeur moyenne trouvée est de $9^m20^s,974$; elle concorde bien avec celle qu'ont obtenue les astronomes anglais ($9^m20^s,94$). — M. **J. Guillaume** communique ses observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon pendant le troisième trimestre de 1904. L'aire totale tachée a augmenté régulièrement; les groupes de facules ont augmenté davantage en nombre qu'en surface.

2° Sciences physiques. — M. **J. Mascart** donne les détails de construction d'un pendule en acier-nickel entretenu électriquement, construit sur ses indications par la maison Henry-Lepeaute. — MM. **G. Weiss** et **L. Bull** ont cherché à mettre en évidence, par l'enregistrement photographique, l'augmentation d'éclat que présente une surface faiblement éclairée, soumise à l'action des rayons N. Dans aucun cas, ils n'ont pu obtenir de résultat positif. — M. **Ch. Frémont** a reconnu que la fragilité à froid du fer et de l'acier doux, après déformation permanente vers le bleu, n'est pas une propriété absolue de ces métaux, mais un défaut qui peut être évité dans des conditions convenables. — M. **M. Berthelot** présente quelques remarques sur les règles thermochimiques relatives à la possibilité et à la prévision des réactions. — M. **Lecoq de Boisbaudran** revendique la découverte de l'élément *Zδ*, concentré récemment par M. Urbain, et qu'il avait caractérisé antérieurement par sa bande d'absorption $\lambda = 488$. — M. **L. Brunel**, en faisant réagir sur le cyclohexène les anhydrides d'acides organiques en présence d'iode et d'HgO, a obtenu les éthers des glycols hydroaromatiques. — M. **E. Pozzi-Escot**, en faisant réagir sur les thio-urées disubstituées *ab* un acide éthanoïque monohalogéné, a obtenu des thio-hydan-

toïnes disubstituées cycliques. — MM. **A. Delage** et **H. Lagatu** ont étudié la constitution de la terre arable, qui leur est apparue comme un simple produit de la désagrégation des roches. — M. **L. Bordenave** signale les résultats qu'il a obtenus dans la gazéification des combustibles végétaux (foins, pailles, roseaux, feuilles, sciure), et l'utilisation des produits obtenus dans les moteurs à gaz pauvre.

3° Sciences naturelles. — M. **Ch. Henry** étudie une méthode de décomposition des ensembles statistiques complexes en ensembles irréductibles en Biologie. — M. **L. Bordas** décrit la structure des glandes annexes de l'appareil sericigène des larves de Lépidoptères. — M. **Arm. Billard** a observé, chez les Campanulariidées et les Plumulariidées, que l'ébauche des tentacules, confluents à l'origine, forme le bord extérieur d'une gouttière annulaire qui entoure un mamelon représentant le futur hypostome. — Mme **Z. Gatin-Gruzewska** a reconnu que certains champignons, desséchés pendant un temps plus ou moins long à l'air ou à l'étuve à 37°, rehumidifiés, reprennent leur turgescence, leur couleur et leur odeur caractéristiques. — M. **Labergerie** a expérimenté la culture, en terrains humides, du *Solanum commersoni* Dunal et a obtenu d'excellents rendements. Cette pomme de terre paraît devoir se prêter très bien à la culture dans ces terrains. — M. **F. Laur** signale la découverte du terrain houiller dans deux sondages pratiqués en Lorraine française vers 700 mètres. Le combustible est du charbon flambant. — MM. **Ch. Jacob** et **G. Flusin** ont reconnu que, vers 1890, une augmentation de l'alimentation des glaciers, c'est à-dire de l'enneigement des hautes régions, a dû affecter tout le massif du Pelvoux. Par contre, l'ablation n'a pas cessé d'exagérer ses effets. — M. **E.-A. Martel** a exploré la résurgence des sources de Wells (Angleterre), et rapporté une observation curieuse qui permet de déterminer la rapidité d'action de l'érosion souterraine.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 29 Novembre 1904.

M. **Delorme** présente le Rapport sur le concours pour le Prix Laborie.

Séance du 6 Décembre 1904.

M. **H. Huchard** présente un Rapport sur un Mémoire du Dr **Pawinski** concernant l'hyposthénie cardio-vasculaire de la ménopause. Cette affection coexiste avec l'asthénie psychique; elles semblent avoir pour cause l'insuffisance ovarienne. — M. **R. Blanchard** fait un Rapport sur un travail du Dr **F. Dévé** relatif à la prophylaxie de la maladie hydatique. D'après l'auteur, la maladie hydatique, affection commune à l'homme et aux animaux, leur est transmise par le chien; à la rigueur, elle peut l'être également par le chat. Ces carnivores domestiques se contaminent eux-mêmes en mangeant les viscères du bœuf, du porc et surtout du mouton, envahis par des échinocoques fertiles. La prophylaxie de la maladie hydatique doit viser avant tout à supprimer l'infestation du chien; des mesures sévères s'imposent avec urgence à cet égard, pour le moins dans les abattoirs urbains. — M. **Alb. Robin** a reconnu que les métaux divisés à l'extrême sont capables d'actions physiologiques considérables et hors de proportion avec la quantité de métal employée; ils sont destinés à prendre une place importante dans la thérapeutique fonctionnelle. — M. le Dr **Deshayes** lit une étude sur la tuberculose en Normandie.

Séance du 13 Décembre 1904.

Séance anniversaire annuelle. M. le Dr **Motet** lit le Rapport général sur les Prix décernés par l'Académie en 1904. — M. **Léon Colin** procède à la remise de ces prix. — M. **Jaccoud**, secrétaire perpétuel, prononce l'éloge de Villemin.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 3 Décembre 1904.

M. **H. Gros** a observé la présence de croissants éosinophiles dans le sang d'une enfant de vingt-trois mois atteinte de paludisme. — MM. **E. Barbier** et **J. Baylac** ont constaté une action plus grande de l'adrénaline sur la pression sanguine chez les animaux atropinisés. — M. **C. Phisalix** a reconnu que les venins de vipère et de cobra diffèrent l'un de l'autre par tous leurs caractères physiologiques et que leurs principes actifs appartiennent à des espèces chimiques différentes. — MM. **A. Gilbert** et **P. Lereboullet** signalent un exemple très net de cancer primitif du foie, accompagné de cirrhose, chez un sujet antérieurement atteint de cholémie familiale. — MM. **A. Gilbert** et **J. Jomier** ont observé une rétention de la graisse par les capillaires du foie; c'est une forme non encore décrite de la fonction adipopexique de cet organe. Ils ont constaté, d'autre part, la persistance et, dans la plupart des cas, l'augmentation de la graisse hépatique pendant le jeûne de courte durée. — MM. **A. Cade** et **A. Latarjet** ont observé une jeune fille chez laquelle une hernie épigastrique de l'estomac avait réalisé, par le fait de son étranglement, la séquestration d'une portion de l'estomac, absolument analogue à celle que réalise expérimentalement le procédé de Pawlow. — M. **J. Moitessier** estime que la substance de Bence-Jones est une matière albuminoïde proprement dite, que c'est une espèce chimique et non de la sérum-globuline. — M. **A. Lorand** considère la sénilité comme un processus morbide dû à la dégénérescence des glandes vasculaires sanguines qui ont le rôle de maintenir les processus trophiques. — M. **Dembinski** montre que la production de sensibilisatrice pour les bacilles tuberculeux ne dépend pas de la plus ou moins grande résistance de l'animal vis-à-vis de ces bacilles, mais qu'elle est liée à la race des bacilles. — MM. **Lœper** et **Ch. Esmonet** ont étudié l'influence directe des poisons et des microbes sur la proportion de glycogène du foie. — M. **Em. Fauré-Frémiet** décrit la structure des pédoncules des Vorticellidées. — M. **A. Lécaillon** a observé que, chez les Théridions (Araignées), la femelle veille à ce que son cocon ovigère soit maintenu dans les conditions favorables où elle l'a déposé au moment de la ponte; lorsqu'il en advient autrement, elle l'enlève et le transporte par des moyens ingénieux. — M. **P. F. Armand-Delille** a obtenu, chez le cobaye, à l'aide d'injections rapprochées de petites quantités de substance cérébrale de chien, un sérum névrotoxique pour ce dernier animal, le tuant en quelques heures. — M. **R. Quinton** Concentration saline et tension osmotique chez le Sélacien (voir p. 1150). — M. **P. Nobécourt** a constaté que le séléniate de soude, introduit dans le duodénum, tue le lapin moins rapidement quand il est incorporé à une solution de SO^4Na^2, de glucose ou de NaCl que quand il est dissous dans l'eau distillée. — M. **Et. Rabaud** a reconnu que la pseudencéphalie est le résultat d'une méningite fœtale.

Séance du 10 Décembre 1904.

M. **J. Lefèvre** montre que, chez les homéothermes, le rayonnement calorique s'accélère quand la température extérieure s'abaisse. — M. **G. Marinesco** a observé que toutes les cellules qui présentent du pigment jaune peuvent, à un moment de leur vie, se distinguer par épaississement de leurs fibrilles ou des travées du cytoplasma, là où se dépose le pigment. — M. **F. Arloing** a reconnu que la splénectomie favorise l'extension et la rapidité de l'évolution des lésions tuberculeuses vers la caséification dans les divers organes. — MM. **L. Bernard** et **M. Salomon** ont constaté que l'injection du bacille de Koch dans les voies artérielles produit dans le rein trois ordres de lésions : des follicules tuberculeux, des traînées de lymphocytes et des lésions épithéliales. — M. **Et. Rabaud** attribue

l'attitude des pseudencéphaliens à des contractions déterminées par la méningite fœtale. — M. **P. Carnot** et Mlle **Cl. Deflandre** ont reconnu que la surcharge graisseuse du foie peut être considérée comme un processus antitoxique et comme une réaction défensive. — M. **E. Maurel** a observé l'apparition d'une affection cutanée chez le cobaye à la suite de l'exagération de l'alimentation azotée. — M. **F. Battelli** a constaté que l'application d'un courant alternatif produit, chez les cobayes épileptiques, après l'accès convulsif immédiat, des accès épileptiformes tardifs très violents et très prolongés; chez les chiens, on n'observe pas ces accès tardifs. — M. **P. Floresco** a étudié les modifications sanguines et le rôle de la rate dans l'évolution des lésions expérimentales du foie et d'autres organes. — M. **O. Josué** a reconnu que les altérations du tissu élastique sont très profondes dans l'athérome; c'est précisément au niveau des lames élastiques que siège la lésion de l'athérome artériel. — Mme **Girard-Mangin** et M. **V. Henri** critiquent la théorie de M. Gengou sur l'agglutination des globules rouges par les colloïdes. — M. **A. Lécaillon** décrit la manière dont se comportent les Théridions avec les cocons ovigères des autres individus de leur espèce, avec ceux d'espèces différentes et avec des cocons artificiels. — M. **L. Malassez** poursuit ses études sur la notation des objectifs microscopiques. — M. **Laulanié** a constaté que la dépense d'exploitation des aliments (augmentation des combustions respiratoires pendant leur digestion) augmente avec la ration, mais d'une façon plus rapide que celle-ci. — M. **E. Fauré-Frémiet** décrit la formation et la structure de la coque des *Vaginicolinae*. — M. **P.-F. Armand-Delille** a observé que le sérum névrotoxique provoque, dans les centres nerveux, des lésions très nettes, caractérisées par de la congestion des vaisseaux de la pie-mère et des tissus nerveux, une diapédèse leucocytaire intense et des altérations chromatolytiques des cellules nerveuses. — M. **H. Dubuisson** a étudié la dégénérescence des ovules chez le Dytique. — M. **L. Blaringhem** a constaté une multiplication des épis ou des panicules chez le *Zea mays* à la suite de traumatisme. — MM. **J. Voisin**, **R. Voisin** et **L. Krantz** ont observé une série de rétentions et de décharges urinaires chez les épileptiques.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 2 Décembre 1904.

M. **P. Villard** a repris l'expérience d'Ed. Becquerel sur les *rayons continuateurs* et a reconnu : 1° Que le phénomène est assez intense pour donner un effet très marqué sur un papier sensible (au chlorure et azotate d'argent) ayant subi une exposition préalable d'un quart de seconde à la lumière du ciel, et qu'on peut ainsi développer un positif par la lumière jaune après une dizaine de secondes d'exposition sous un cliché (cette continuation doit être faite sous des verres jaunes et verts en plein soleil); 2° Que l'effet continuateur est absolument subordonné à la présence d'un composé soluble d'argent (azotate d'argent dans le cas des papiers sensibles pour positifs par noircissement direct). Ce qui se produit est un véritable développement, comparable à l'ancien développement à l'acide gallique et azotate d'argent. (Toutefois l'acide gallique permet de révéler une image après fixage, ce que ne fait pas la lumière jaune.) D'ailleurs, la lumière jaune accélère le développement à l'acide gallique et azotate d'argent, ou au chlorure d'or pur. Une plaque au chlorure ou bromure d'argent, impressionnée fortement, puis traitée par l'azotate d'argent et la lumière jaune, se développe aussi par effet continuateur, plus rapidement que les papiers, parce qu'on opère dans un liquide : mais l'image est peu intense et cette intensité paraît dépendre uniquement du grain de l'émulsion. Les meilleures plaques pour cette expérience sont les plaques presque transparentes, dites *pour tons chauds*. L'effet continuateur est très intense dans le vert et le jaune moyen; il cesse un peu au delà de D dans l'orangé. Dans le rouge apparaît un autre phénomène plus général, celui de la destruction de l'image, destruction entrevue par Ed. Becquerel (renversement de la raie A). Il résulte de là que, pour avoir un bon développement de positif par continuation, il faut employer des verres jaunes et verts (le verre vert arrête, outre le rouge, la bande de violet que laissent souvent passer les verres jaunes). Si l'on essaie de faire la continuation sous des verres jaune et rouge clair, les demi-teintes de l'épreuve sont en partie détruites. Si l'on traite par un révélateur les papiers sensibles soumis à la continuation, on constate les effets suivants : 1° Avec des révélateurs physiques, tels que l'acide gallique et l'azotate d'argent, le révélateur a prise sur l'image de continuation (il aurait prise sur une image fixée) et celle-ci prend une avance considérable sur une image témoin non continuée. Cependant, cette dernière finit par la rattraper, l'image qui se forme fournissant autant de points d'attraction pour l'argent en voie de réduction dans le bain; 2° Avec les révélateurs sans argent (hydroquinone, pyrocatéchine, etc.), l'image non continuée se développe au moins aussi vite que l'autre, et cette dernière n'a d'autre avance que celle qui résulte de la présence d'une image inerte, autrement dit le révélateur n'a prise que sur l'image latente. Or, celle-ci a été en partie détruite par la lumière jaune ou orangée. On peut facilement obtenir que l'image continuée soit, après développement, plus faible que l'autre; il suffit que la pose soit courte et la continuation, par suite, peu intense. Avec les plaques au gélatinobromure ou gélatinochlorure d'argent, l'effet destructeur subsiste seul, et l'analogie avec ce qui se passe pour les rayons X est complète. Pour le chlorure d'argent, la destruction commence vers D et se prolonge bien au delà de A, jusque vers $\lambda = 900$. Après destruction, la plaque a recouvré presque intégralement sa sensibilité. Dans le cas du bromure d'argent, la destruction, d'ailleurs assez rapide, commence seulement vers A et se prolonge dans l'infra-rouge comme pour le chlorure. La limite infra-rouge paraît être la même que pour les plaques traitées par les rayons X. Le phénomène de la destruction de l'image se produit aussi avec les papiers pour noircissement direct (chlorure et azotate d'argent); il est assez intense pour faire disparaître une image visible; ses limites sont les mêmes que pour les plaques au gélatinochlorure; mais, si l'on fait agir un mélange de rayons jaunes et orangés, on aura à la fois destruction de l'image latente et même disparition des demi-teintes d'une épreuve, et en même temps continuation des parties le plus impressionnées. La destruction de l'image latente peut alors se constater avec un révélateur alcalin. L'expression de *rayons chimiques* ne devrait donc pas être réservée aux seuls rayons bleus et violets : tous les rayons du spectre sont *chimiques*, révélateurs ou destructeurs; les rayons bleus et violets sont, au contraire, à peu près seuls capables de produire l'excitation particulière qui s'appelle l'*image latente*, cette dernière bien différente d'une image visible faible comme le montre l'action des divers révélateurs. M. **A. Guébhard**, tout en rendant hommage au très grand intérêt des faits observés par M. Villard, croit devoir s'élever contre l'appellation de rayons *continuateurs* ou *destructeurs* donnée à des rayons dont l'action, superposée à une autre antécédente, aboutit au même effet fatal de continuation et d'*inversion* qu'aurait produit, identique, la prolongation soit de l'action interrompue, soit de la leur propre. *Toutes* les radiations susceptibles d'impressionner une surface sensible, qu'il s'agisse de lumière quelconque (Vogel, 1878), ou de chaleur (Hunt, 1842), ou de rayons X (Villard, Sagnac, 1899), ou même d'émanations (Moser, 1842), agissent dans le même sens, et peuvent, *à l'intensité près*, se substituer les unes aux autres, dans un ordre quelconque, pour pousser au delà de son maximum, vers un minimum voisin de zéro, la courbe qui représente, en fonction

du temps, pour chaque intensité d'action, la valeur de la réaction photographique, manifestée, sur les sels d'argent, par leur noircissement. M. **Villard** pense qu'il n'est pas indifférent de substituer de l'infra-rouge à du violet et que le terme *destruction* paraît le seul indiqué pour désigner un phénomène dans lequel on ne constate jamais autre chose que l'effacement progressif de l'impression produite par du violet : si l'on traite par le rouge extrême ou l'infra-rouge une plaque légèrement voilée par du violet ou des rayons X, on ne voit nullement l'impression atteindre son maximum pour décroître ensuite, mais bien décroître immédiatement, et revenir à zéro d'autant plus vite qu'elle était plus faible. Il ne peut, d'ailleurs, y avoir inversion, l'infra-rouge n'agissant pas sur une plaque neuve, surtout au chlorure d'argent. En outre, la plaque ainsi traitée est restaurée et recouvre sa sensibilité, tandis que personne ne songerait à faire une photographie avec une plaque exposée à la lumière blanche jusqu'à solarisation complète. Enfin, avec les papiers sensibles pour noircissement direct, l'*extrême rouge peut effacer une image visible*, d'autant plus vite que cette image est plus faible. Si l'on faisait agir du violet, le papier noircirait sans inversion jusqu'à épuisement du sel sensible. — **M. P. Langevin** : *Sur les ions de l'atmosphère.* Les travaux d'Elster et Geitel, de C.-T.-R. Wilson ont montré que l'atmosphère possède de manière permanente une conductibilité analogue à celle que produisent les radiations, due à de petits ions que libèrent les substances radio-actives dont la présence constante dans l'atmosphère est aujourd'hui démontrée. Le phénomène anciennement connu de la déperdition de l'électricité est lié à cette présence d'ions dans l'atmosphère, d'où résulte, vers le corps chargé, un afflux d'ions de signe contraire au sien. L'étude de cette conductibilité permanente de l'atmosphère est importante, soit au point de vue de la présence de radio-activité, soit au point de vue des phénomènes météorologiques, puisque la présence d'ions dans l'air et leur rôle dans la formation des nuages ont permis, pour la première fois, de donner une explication cohérente des phénomènes d'électricité atmosphérique. On a employé jusqu'ici deux méthodes : Elster et Geitel ont proposé de suivre la déperdition d'un cylindre chargé surmontant un électroscope; mais il semble difficile de préciser la signification de ces mesures, la déperdition devant varier beaucoup avec les circonstances, en particulier avec la manière dont se fait le renouvellement de l'air. Ebert a proposé de mesurer la charge disponible, le nombre d'ions contenu dans un volume connu d'air, en faisant passer celui-ci dans un tube portant, suivant son axe, une électrode chargée reliée à un électroscope. De la chute des feuilles d'or on peut déduire la charge disponible par centimètre cube d'air. M. Langevin poursuit, depuis le mois de mai dernier, des expériences de ce genre au sommet de la tour Eiffel; il en donnera ultérieurement les résultats, qui conduisent, en moyenne, au chiffre de 1.000 ions de chaque signe par centimètre cube, comme M. Ebert l'avait trouvé en Allemagne. Il lui a paru nécessaire de s'assurer, par des expériences de laboratoire, de la signification des mesures ainsi faites, et il a été conduit à chercher comment se répartissent, dans l'atmosphère, les ions entre les diverses mobilités, alors que les mesures faites jusqu'ici dans l'air n'ont porté que sur les petits ions de grande mobilité. Si n est la densité en volume des charges, négatives par exemple, disponibles dans l'air, la fraction de ces charges, portée par les ions de mobilités comprises entre k et $k+dk$, sera $dn = f(k)dk$; le problème consiste à déterminer la fonction $f(k)$. M. Langevin utilise, pour le résoudre, la méthode des courants gazeux, en faisant passer par seconde un volume U d'air dans un condensateur cylindrique de capacité C, chargé sous la différence de potentiel V. Les ions présents dans le gaz ne sont pas tous recueillis dans le condensateur si le débit U est suffisamment grand pour en entraîner une partie, et le rapport $\frac{di}{dI}$ du courant obtenu sur l'armature intérieure au courant maximum dI que l'on obtiendrait si tous les ions de mobilité k étaient recueillis, est donné par

$$\frac{di}{dI} = k\frac{4\pi CV}{U} = kx.$$

Quand il existe des ions de mobilités diverses, on obtient facilement le résultat suivant : Si l'on construit une courbe en portant en abscisses la quantité x et en ordonnées l'intensité i mesurée par un électromètre, on trouve *qu'il existe des ions de mobilité k si la courbe tracée présente une courbure au point d'abscisse* $x = \frac{1}{k}$. Les mesures ont été faites avec des appareils différents pour examiner les portions de la courbe qui correspondent aux grandes et aux petites mobilités. Toutes précautions prises, les résultats obtenus avec les divers appareils concordent absolument pour montrer sur la courbe *deux* régions de forte courbure, l'une correspondant aux mobilités voisines de 1 centimètre par seconde (petits ions) et l'autre aux mobilités voisines de $\frac{1}{3.000}$ gros ions), *avec ceci de remarquable que la charge totale portée par l'ensemble de ces derniers peut être cinquante fois supérieure à celle portée par les petits et seule mesurée jusqu'ici.* Il sera intéressant de poursuivre ces expériences au sommet de la tour Eiffel, par exemple, dans une atmosphère moins chargée de poussières que celle voisine du sol de Paris. M. Langevin attribue la production des gros ions observés à la présence de gouttelettes ou poussières électriquement neutres, ayant un diamètre voisin du centième de micron et pouvant résulter de l'évaporation de gouttes d'eau; les ions produits par les radiations viennent par diffusion charger ces gouttelettes et donnent de gros ions. Il a pu établir la théorie de cette diffusion et prévoir différents résultats que l'expérience semble confirmer entièrement.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 25 Novembre 1904.

M. **Nicolardot** expose une partie des recherches qu'il a effectuées sur les combinaisons du sesquioxyde de fer. Il a réussi à établir que cet oxyde se présente sous trois modifications différentes : brune, jaune et rouge, dues à des condensations diverses de la molécule. Rappelant simplement qu'il a pu préparer à l'état soluble les composés de la modification jaune considérés comme toujours insolubles et qu'il les a identifiés avec les produits d'oxydation des composés ferreux, il indique les résultats obtenus dans l'étude de la modification brune. Cette modification existe dans les corps de M. Béchamp et dans les composés bruns qui se forment en chauffant du perchlorure de fer étendu. Dans les corps de M. Béchamp préparés à froid, l'oxyde se polymérise depuis $[(Fe^2O^3)(H^2O)^2]^x$ jusqu'à $[(Fe^2O^3)(H^2O)^{1.5}]^x$; le dernier oxyde condensé se trouve dans le corps de Graham, dernier terme de la série; ainsi est confirmée l'opinion de MM. Wyrouboff et Verneuil sur la nature du corps de Graham, qui, selon ces savants, n'est pas de l'oxyde soluble. Dans la série des corps bruns obtenus par l'ébullition du perchlorure de fer étendu, l'oxyde condensé se polymérise depuis $[(Fe^2O^3)(H^2O)^{1.5}]^x$ jusqu'à $[(Fe^2O^3)(H^2O)^1]^x$, qui se retrouve dans un corps analogue au corps de Graham. Les composés de ces deux séries ont des propriétés identiques et il est possible de passer de l'une à l'autre. M. Nicolardot essaie d'établir la formule de constitution de ces combinaisons complexes, véritables éthers. Les poids moléculaires très élevés calculés à l'aide de ces formules concordent parfaitement avec les nombres trouvés par Sabanajew à l'aide de la cryoscopie et rejetés pourtant, par lui et par tous les partisans de la

fonction *colloïde*, comme inadmissibles. — M. **G. Bertrand** a repris l'étude du sucre amorphe signalé en 1898 par MM. Vincent et Meunier dans les eaux-mères de la sorbite. Il a obtenu ce sucre sous forme de cristaux clinorhombiques anhydres, fusibles à 74° et nettement lévogyres : $\alpha_D = -3°65'$. Il en a préparé l'éther hexacétique, les acétates dibenzoïque et tribenzoïque, et en a vérifié le poids moléculaire par la méthode cryoscopique. Des résultats obtenus il résulte que, loin d'être une octite, ce nouveau sucre, auquel M. Gabriel Bertrand propose d'appliquer le nom provisoire de sorbiérite, est un isomère de la mannite et de la sorbite, qu'il possède la formule brute $C^6H^{14}O^6$. — MM. **L. Maquenne** et **Philippe** ont trouvé que l'action de l'acide iodhydrique sur la ricinine fournissait de la pyridine et que, dès lors, la ricinine dérivait, non d'une picoline, mais d'une pyridine méthylée à l'azote. — M. **André Kling** montre que l'oxydation de l'acétol donne de l'acide lactique ou des acides acétique et formique suivant la *nature* de l'oxydant employé. Il a remarqué que ceux d'entre eux qui donnent de l'acide lactique sont des hydrates au maximum ou des sels au maximum susceptibles de fournir des sels basiques Il déduit de ses expériences que la transformation de l'acétol en acide lactique se fait à la faveur d'une combinaison transitoire entre l'acétol et la base, qu'il n'a pu qu'entrevoir, mais non isoler. Cette combinaison se détruirait par élévation de température pour donner un composé non saturé tel que :

$$\begin{array}{c} CH^3.C=COH. \\ \quad\;\; | \quad\;\; | \\ \quad OH \;\; H \end{array}$$

qui, ainsi qu'on le sait depuis les expériences de Wagner, fournirait des produits d'oxydation variables suivant la nature de l'oxydant. — M. **L. Lindet** a constaté que le cuivre à l'état métallique ou à l'état d'hydrate active l'oxydation du fer en présence de l'eau, et que le zinc, le plomb, l'étain, etc... la ralentissent au contraire; l'arsenic et ses dérivés paralysent la formation de la rouille; les sels dissociables dans l'eau la provoquent; il en est de même de certaines substances organiques, benzène, phénol, résorcine, etc... M. Lindet termine sa communication en démontrant comment les impuretés de l'alcool dénaturé, la benzine et les éthers acétiques, déterminent rapidement l'oxydation des bidons de fer étamé ou galvanisé, dans lesquels on les expédie.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 25 Novembre 1904.

M. **W. E. Sumpner** décrit la méthode qu'il emploie pour la mesure de petites différences de phase entre les quantités de courant alternatif. C'est une méthode voltmétrique; les difficultés provenant de la mesure des très faibles voltages de courant alternatif sont surmontées par la rectification de ces voltages, qui permet l'emploi d'instruments à courant direct très sensibles. — M. **C. V. Drysdale** présente et décrit un appareil pour la détermination directe des courbures des petites lentilles, comme les objectifs des microscopes. De la lumière parallèle provenant d'une source éloignée tombe sur un miroir plan non argenté incliné à 45°. Une partie de la lumière est réfléchie et concentrée en un foyer par une lentille convexe ordinaire. La surface à étudier est placée en ce point, et les rayons réfléchis procèdent comme s'ils provenaient d'un point de cette surface. Ils traversent la plaque de verre et sont recueillis dans un télescope disposé pour rayons parallèles, dans lequel l'observateur voit une image de la source éloignée. Si la surface est convexe et qu'on la rapproche de la lentille, alors, quand elle atteindra une position telle que son centre de courbure sera au foyer des rayons émergeant de la lentille, la lumière reprendra son chemin primitif et l'on observera dans le télescope une image distincte de la source. Pour obtenir ces deux images, la surface a donc été déplacée d'une quantité égale à son rayon de courbure. Si la surface est concave, elle doit être éloignée de la lentille. — M. **S. P. Thompson** expose une série de cristaux présentant le phénomène des anneaux lumineux.

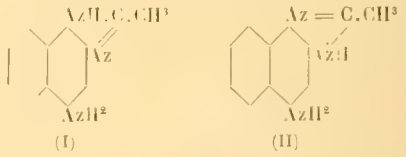
Séance du 9 Décembre 1904

M. **S. P. Thompson** indique une méthode rapide d'analyse harmonique approchée. Pour l'étude des courants électriques alternatifs, l'analyse harmonique peut être simplifiée par la considération que tous les termes pairs sont absents dans le développement de Fourier. Dans ce cas, la seconde demi-période est semblable à la première, mais avec les ordonnées des angles correspondants changées de signe. Étant donnée une courbe harmonique compliquée contenant des constituants des ordres impairs seulement, la ligne du zéro peut toujours être tracée, de sorte que le terme constant disparaît de la série de Fourier, l'ordonnée moyenne étant nulle. Il est donc toujours possible de choisir comme origine un point pour lequel les ordonnées à 0° et à 180° soient nulles. — M. **W. Duddell** décrit et fait fonctionner un alternateur à haute fréquence, construit en vue d'expériences sur la résistance de l'arc électrique, et qui donne des fréquences allant jusqu'à 120.000 par seconde. — M. **W. E. Ayrton** exécute une expérience qui montre le retard des courants de signaux sur les 3 500 milles du câble du Pacifique entre Vancouver et l'île Fanning. L'expérience est faite sur un câble électriquement équivalent à cette portion, le produit de la capacité (en microfarads) par la résistance (en ohms) étant de 9 millions. En appliquant une f. é. m. à une extrémité, il s'écoule 1/5 de seconde avant que le courant ne soit perçu à l'autre extrémité.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 16 Novembre 1904.

MM. **R. Meldola** et **J.-H. Lane** ont reconnu que, lorsqu'on réduit le 2 : 4-dinitroacéto-α-naphtalide par Sn et HCl, l'aminoamidine qui prend naissance possède la constitution (I), tandis que, si l'on emploie Fe et HCl pour la réduction, elle a la constitution (II).



(I) (II)

Les éthényldiaminonaphtalènes correspondants ont des constitutions analogues. — M. **P. C. Ray** a constaté que le nitrite mercureux est le premier produit de l'action de l'acide nitrique dilué contenant un peu d'acide nitreux sur le mercure : $2Hg + HAzO^2 + HAzO^3 = Hg^2(AzO^2)^2 + H^2O$. Puis le nitrite est transformé en nitrate par l'acide nitrique avec dégagement d'acide nitreux, qui sert à reformer du nitrite mercureux. — MM. **G. D. Lander** et **H. E. Laws**, en faisant passer HI sec dans une solution de chlorure de benzanilide-imide, ont obtenu un chloro-iodure d'amide, ayant probablement la constitution $C^6H^5.CCl.AzH.C^6H^5$, F. 106°. — MM. **D. T. Jones** et **G. Tattersall** ont obtenu l'isocaprolactone par l'action de l'iodure de méthylmagnésium sur le lévulate d'éthyle. Cette lactone, traitée par PBr^5, puis l'alcool, donne le γ-bromoisocaproate d'éthyle, qui peut perdre HBr en formant un éther de l'acide γ-méthylallylacétique. — MM. **J. B. Cohen** et **J. Miller** ont étudié l'influence de la substitution dans le noyau sur la vitesse d'oxydation de la chaîne latérale. Chez les chlorobromo- et dibromotoluènes, les composés substitués en 2 : 4 et en 3 : 4 sont les plus rapidement oxydés. — MM. **S. S. Pickles** et **Ch. Weizmann**, en traitant l'acide hydroxynaphtoyl-*o*-benzoïque par PCl^5, puis éliminant H^2O du produit formé par H^2SO^4 concen

tré, ont obtenu la chloronaphtacènequinone. — M. B. **Prentice**, en hydrolysant par $Ba(OH)^2$ la 1-phényl-3 : 3 diméthyl-5-pyrazolidone, a obtenu l'acide β-phényl-azoisovalérique, F. 57°-58°. Avec la 1-phényl-3-méthyl-5-pyrazolidone, il se forme l'acide s-β-phénylhydrazidobutyrique, F. 96°-97°. — MM. F. R. **Japp** et J. **Wood**, en condensant la phénanthraquinone et l'acétophénone en présence d'anhydride acétique, ont obtenu le 3-acétoxy-2-phényl-4 : 5-diphénylènefurfurane, F. 232°. La phénanthraquinone et le benzoylacétate d'éthyle donnent le diphénylènedibenzoylmuconate d'éthyle, F. 223°. — M. A. **Slator** a constaté que l'iodure d'éthylène, en solution aqueuse alcoolique, se décompose quantitativement en présence d'iodure de potassium, en donnant de l'éthylène et de l'iode. La vitesse de la réaction est proportionnelle à la concentration de l'iodure d'éthylène et à celle de l'ion iode. — M. W. N. **Hartley** montre de nouveau que le spectre généralement attribué à la chlorophylle n'est pas le même que celui des tissus verts vivants. — M. Ph. W. **Robertson** a étudié cryoscopiquement les acides aromatiques en solution phénolique. Ceux qui sont le plus difficiles à éthérifier sont ceux qui s'associent le moins; la substitution en ortho par rapport au groupe carboxylique diminue le degré d'association. — MM. F. D. **Chattaway** et W. H. **Lewis** ont étudié la transformation isomérique de la dibenzoylaminobenzophénone en 1-benzoylamino-2 : 4-dibenzoylbenzène.

Séance du 1er Décembre 1904.

M. P. C. **Ray** a constaté que les solutions de nitrite de baryum et de calcium peuvent être évaporées à siccité à l'ébullition sans décomposition. Chauffé à 225°-300° sous pression réduite, le nitrite de baryum se décompose suivant les deux équations : 1° $3Ba(AzO^2)^2 = 2BaO + Ba(AzO^3)^2 + 4AzO$; 2° $2Ba(AzO^2)^2 = BaO + Ba(AzO^3)^2 + AzO + Az$. A 300°-500, on a la réaction : $Ba(AzO^3)^2 = BaO + 2AzO^2 + O^2$. Les autres nitrites se comportent de même. — M. O. **Silberrad**, par addition d'une solution de chlorure d'iode à une solution ammoniacale d'argent, a obtenu le composé $AzI^3.AzH^2Ag$, explosant facilement à l'état sec. Il se dissout facilement dans le cyanure de potassium, d'après l'équation : $AzI^3 : AzH^2Ag + 4KCAz + 4H^2O = 3CAzI + AgCAz + 4KOH + 2AzH^3$. L'addition d'argent ammoniacal régénère le composé primitif. — MM. A. W. **Crossley** et N. **Renouf**, en traitant le 5-chloro-3-céto-1 : 1-diméthyl-Δ^4-tétrahydrobenzène par le sodium, ont obtenu le 3-hydroxy-1 : 1-diméthylhexahydrobenzène, dont le dérivé bromé, chauffé avec la poudre de Zn, fournit le 1 : 1-diméthylhexahydrobenzène, Eb. 117° sous 743 millimètres. — MM. H. **Baron**, F. G. P. **Remfry** et J. F. **Thorpe**, en condensant le cyanoacétate d'éthyle avec son dérivé sodé, ont obtenu l'α-cyano-2-iminoglutarate d'éthyle $C^2H^5CO^2.CH^2.C(:AzH).CH(CAz).CO^2C^2H^5$. Ce dérivé et l'éther acide correspondant, chauffés au-dessus de leur point de fusion, sont convertis en dérivés de la glutazine, qui peuvent être transformés à leur tour en dérivés de la 2 : 4 : 6-trioxypyridine. — MM. R. C. **Farmer** et F. J. **Warth** ont déterminé les constantes d'affinité de l'aniline et de ses dérivés par la mesure de la dissociation hydrolytique de leurs sels. Les substituants se disposent dans l'ordre suivant quant à leur influence sur la constante d'affinité de l'aniline, le groupe nitré étant le plus électro-négatif : AzO^2, CO^2H, Az : $Az.C^6H^5$, Br, Cl, CH^3, OCH^3. — M. Ed. **Sonstadt** a mesuré la force attractive des cristaux pour des molécules semblables dans les solutions saturées. Deux séries de solutions saturées sont préparées; à l'une on ajoute des cristaux du sel dissous; l'autre sert de témoin. On détermine ensuite la quantité de substance dissoute dans le liquide surnageant. — MM. P. F. **Frankland** et D. F. **Twiss**, en faisant réagir le bromure de phénylmagnésium sur le tartrate diméthylique, ont obtenu l'αα'δδ'-tétraphénylérythrol, $(C^6H^5)^2C(OH).CH(OH).CH(OH).(OH).C(C^6H^5)^2$, F. 148°, fortement dextrogyre; $[\alpha]^D = +182°,8$. — M. A. **Lapworth** a reconnu que les acides alkylidènecyanoacétiques réagissent très rapidement avec l'acide cyanhydrique en présence de bases ou de cyanures métalliques; il se forme, dans certaines conditions, des composés du type $CXH(CAz).CH(CAz).CO^2H$, donnant par hydrolyse acide des acides alkylsucciniques.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 29 Octobre 1904.

1° Sciences mathématiques. — M. J. de **Vries** : *Sur une congruence de coniques d'ordre et de classe deux.* Soit Q^2 une quadrique quelconque et $[R^2]$ un réseau de quadriques; supposons que les plans tangents de Q^2 correspondent projectivement aux quadriques de ce réseau $[R^2]$. Alors les coniques d'intersection des plans tangents de Q^2 avec les quadriques correspondantes du réseau forment une congruence, jouissant de la propriété que, par un point donné, il passe un couple de coniques. Le lieu des coniques dont les plans passent par un point donné est une surface du sixième ordre, etc. — Rapport de MM. P.-H. Schoute et J. Cardinaal sur le mémoire de M. A. **Toxopens** intitulé : Les nombres des hyperespaces quadratiques dans l'espace à cinq dimensions. Ce mémoire fait suite à la thèse de l'auteur, parue en 1900. Il fait connaître, à l'aide des 58 symboles se rapportant aux espaces quadridimensionaux linéaires considérés dans sa thèse, les nombres des hyperespaces quadratiques satisfaisant à vingt conditions simples. Le nombre de ces nombres, dont quelques-uns surpassent trente millions, se monte à un demi-million. L'étude paraîtra dans les publications de l'Académie.

2° Sciences physiques. — M. W.-H. **Julius** : *Bandes de dispersion dans les spectres de « δ Orionis » et « Nova Persei ».* Si de la lumière à spectre continu traverse une masse non-homogène de gaz à absorption sélective, le spectre de la lumière émise montre des régions plus claires ou plus obscures que les parties environnantes, d'une origine toute différente de celle des raies d'émission et d'absorption; ces régions ont été désignées sous le nom de « bandes de dispersion ». Ces bandes se montrent dans le voisinage des raies d'absorption, qu'elles recouvrent d'une manière symétrique ou asymétrique; elles sont d'une largeur et d'une intensité différentes et d'une distribution de lumière irrégulière. Ainsi elles font l'impression d'être des déplacements, des dédoublements ou des renversements complexes de raies d'absorption élargies. A volonté, on peut engendrer tous ces cas dans la vapeur de sodium. Dans le spectre des différentes parties du Soleil, les bandes de dispersion jouent un rôle considérable. On ne peut douter qu'il n'en soit de même pour les spectres des étoiles; en effet, la lumière des étoiles doit avoir subi, comme celle du Soleil, une dispersion anomale à travers des masses de gaz plus ou moins denses. Si l'on adopte l'hypothèse que la plupart des étoiles sont des masses de gaz en rotation, contenant des systèmes de surfaces de discontinuité et des tourbillons comparables à ceux qui expliquent les phénomènes solaires, il faut conclure que les étoiles font tourner avec elles des champs de rayonnement hétérogènes. Ainsi notre rayon visuel passera continuellement par d'autres parties de la masse réfringente, de manière que la lumière qui nous atteint varie d'intensité et de composition. Voilà probablement la cause de la variabilité des étoiles. En plusieurs cas où le principe de Döppler ne conduit pas à des conclusions satisfaisantes, les bandes de dispersion nous fournissent une explication suffisante. M. Julius en donne l'application aux deux exemples indiqués dans le titre de sa communication. — MM. H. **Kamerlingh Onnes** et C. **Zakrzewski** : *La validité de la loi des états correspondants pour les mélanges de chlorure de méthyle et d'acide carbonique.* Seconde partie. — M. J. P. **van der Stok** présente, au nom de la direction de l'Institut

royal météorologique des Pays-Bas : « Observations océanographiques et météorologiques dans la région du courant de Guinée (1855-1900) », avec atlas.

3° Sciences naturelles.— M. J. W. **Moll** communique au nom de Mlle T. **Tammes** une étude, faite au Laboratoire botanique de Groningue : *De l'influence de l'alimentation sur la variabilité fluctuante de quelques plantes.* Pour déterminer l'influence de l'alimentation sur la variabilité fluctuante de quelques caractères, des plantes de six espèces différentes : *Iberis amara*, *Ranunculus arvensis*, *Malva rotundifolia*, *Anethum graveolens*, *Scandix Pecten-Veneris*, *Cardamine hirsuta* ont été cultivées, partiellement en terre fertile, partiellement en terrain sablonneux, pour le reste sous des circonstances égales. De ces deux cultures des parties de plantes ont été comptées ou mesurées; de cette manière, quinze caractères ont été examinés. De ces observations découlent donc les valeurs moyennes M et les coefficients de variabilité $\frac{\sigma}{M}$. De plus, une comparaison des valeurs correspondantes obtenues dans les deux cas fait connaître le degré d'influence de l'alimentation sur la valeur moyenne et sur le coefficient de variabilité ; ce degré est désigné sous le nom de coefficient de sensibilité. Les principaux résultats sont les suivants. Le coefficient de sensibilité de la valeur moyenne est : 1° très différent pour les différentes espèces ; 2° très différent pour les différents caractères d'une même espèce; 3° positif pour quatorze des quinze caractères, et négatif pour un seul. De plus, Mlle Tammes arrive aux conclusions suivantes : 1° Dans le cas d'une alimentation suffisante, le coefficient de variabilité $\frac{\sigma}{M}$ est assez constant par rapport aux différents caractères d'une même espèce, mais il admet des valeurs très divergentes pour les différentes espèces; 2° avec une alimentation insuffisante, ce coefficient est en général très variable; 3° le coefficient de sensibilité de $\frac{\sigma}{M}$ est en général très variable avec l'espèce et avec le caractère; 4° pour quelques caractères, le coefficient de sensibilité de $\frac{\sigma}{M}$ est positif, de manière qu'une bonne alimentation fait accroître la variabilité, tandis qu'au contraire, pour d'autres caractères de la même espèce, il est négatif. Les résultats des expériences ont été mis sous forme de diagrammes, pour les deux cultures à la fois assez symétriques; trois seulement de ces diagrammes sont sensiblement asymétriques. Dans un des cas de culture en terrain sablonneux, on obtint le résultat assez curieux que le diagramme montre à peu près la moitié d'une courbe de possibilité, tandis que le diagramme correspondant pour la terre fertile est symétrique. — Ensuite, M. **Moll** communique les résultats d'une recherche de M. B. **Sypkens**, faite dans le Laboratoire botanique de Groningue : *Sur la caryokinèse dans le sac embryonnaire de Fritillaria imperialis L.* A l'aide de l'inclusion à la paraffine, M. Sypkens obtint avec le microtome des coupes d'une épaisseur de 2-4 μ, qu'il colorait de manière à éviter entièrement une décoloration postérieure. Les résultats les plus importants de cette recherche sont les suivants. Les observations de MM. van Wisselingh, Grégoire, Wygaerts et Berghs sur la structure du noyau quiescent sont confirmées. M. Sypkens, lui aussi, trouve un réseau chromatique à nœuds plus ou moins épais. L'opinion que ce réseau contiendrait encore une substance, différente de la chromatine, la linine, qui en formerait le substratum proprement dit, est rejetée aussi par M. Sypkens. La formation du fuseau surtout a été examinée de plus près; ici il se compose entièrement de cytoplasme, dans l'espace du noyau. Ce fuseau, une fois formé, ne prend aucune part dans la formation de la plaque cellulaire et de la cloison cellulaire nouvelle entre les deux noyaux-fils, comme on le croit ordinairement. Au contraire, le cytoplasme environnant avec ses vacuoles pénètre le fuseau, et remplit l'espace entre les deux noyaux-fils, tandis que les filaments du fuseau divergent, après qu'ils se sont séparés quelque temps auparavant des noyaux-fils, pour se perdre ensuite dans le cytoplasme. Donc le fuseau n'est pas une organisation héréditaire. M. Sypkens ne s'est pas occupé de la division de la cellule; cependant, il trouve qu'il est probable qu'elle se fait comme celle de la cellule animale. Il termine par la remarque que la présence de vacuoles dans la figure caryokinétique, qu'il vient de constater, s'accorde tout à fait avec l'opinion de MM. H. de Vries et F. A. F. C. Went que les vacuoles sont des organes héréditaires de la cellule. — M. J. M. **van Bemmelen** : *Sur la composition du silicate de décomposition dans les terrains cultivables.* — M. H. de Vries présente au nom de M. J. M. **Janse** : *Recherches sur la polarité et la formation d'organe chez le Caulerpa prolifera.* — M. F. A. F. C. Went présente la thèse de M. H. P. **Kuyper** : De peritheciumontwikkeling van *Monascus purpureus Went* et *Monascus Barkeri Dangeard* in verband met de phylogenie der *Ascomyceten.*

P. H. Schoute.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 17 Novembre 1904.

1° Sciences physiques. — M. H. **Mache** a étudié la radio-activité des thermes de Gastein. L'eau et le gaz renferment une grande quantité d'émanation radioactive, qui a la même constante de décroissance que celle du radium. La radio-activité des boues est également remarquable, et s'est conservée dans un échantillon recueilli depuis quarante-cinq ans. L'auteur admet que, dans les profondeurs d'où proviennent les eaux de Gastein, se trouvent de grandes quantités d'une roche radio-active, l'élément agissant étant ici le radium même. — M. H. **Lang** a étudié la condensation de la phénylacétone avec la phénanthrènequinone en présence d'agents alcalins ou acides. Dans les deux cas, on obtient des produits où les deux groupes méthyle et méthylène sont simultanément entrés en action.

2° Sciences naturelles. — M. **Niessl von Mayendorf** a étudié la question de l'origine cosmique commune des météorites de Stannern, de Jonzac et de Juvenas, qui sont presque identiques au point de vue minéralogique. Elles peuvent provenir soit d'un courant stellaire extérieur au système solaire et à section très importante, ou bien leurs trajectoires auraient été identiques à leur entrée dans le système solaire, et elles auraient été perturbées par une cause extérieure à la région des grandes planètes connues.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette

TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME XV DE LA REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES

(DU 15 JANVIER AU 30 DÉCEMBRE 1904)

I. — CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

Astronomie et Géodésie

NORDMANN (Ch.). — Fondation d'un Observatoire astrophysique en Espagne 174
L'étoile variable de δ Céphée 1
Observation des taches du Soleil 54
La figure des corps célestes. 165
Les atmosphères des planètes. 217
L'heure française et l'heure mondiale 573
La constitution du Soleil 673
Nutation diurne de la Terre. 717
Comètes hyperboliques 757
Les Léonides en 1903 757
Spectre de la comète *c* 1902 837
Un appareil pour mesurer la vitesse de rotation de la Terre 881
La force répulsive du Soleil sur les Comètes. 923
L'étoile rouge des Pléïades 962
Les observations spectroscopiques et la parallaxe solaire 1058
Maxima et minima d'activité solaire 1109

Botanique et Agronomie.

La formation des œufs chez les Ascomycètes 7
La Fumagine de l'olivier et le *Cycloconium oleaginum* 56
Influence du milieu sur la composition de la betterave à sucre. 283
Le rat destructeur des récoltes 283
L'influence de l'éther sur le forçage des plantes. . . 327
Formation de l'épiplasme chez les Ascomycètes . . . 577
Le noyau des bactéries et sa division 577
L'Oïdium et les périthèces d'*Uncinula spiralis*. . . . 630
La sensibilité de la sensitive au contact considérée comme adaptation darwinienne 720
Le Boll Weevil du Cotonnier 926
L'emploi des scories de déphosphoration en Agriculture 1112

Chimie.

BLANC (G.). — Synthèse totale de l'acide camphorique. 55
GUILLAUME (Ch.-Ed.). — Une revue nouvelle, le *Journal de Chimie physique* 127
Action de l'acide nitrique sur l'éther diméthylacétylacétique 6
Recherches chimiques sur la pathogénie des symptômes de l'épilepsie 111
Méthode électrolytique pour préparer les poudres métalliques. 168
Présence de perchlorate dans le nitrate de soude employé comme engrais 169
Synthèses d'aldehydes 219
Digestion des mannanes et des galactanes par la séminase 229
La constitution de l'épinéphrine (adrénaline). 327
Modifications chimiques des sérums sanguins au cours du chauffage et de l'immunisation 427
L'influence de l'alimentation sur l'excrétion de l'acide urique à l'état normal et chez le goutteux. . . . 528
L'acide sulfhydrique dans les fermentations alcooliques 577
Modifications physiques et chimiques des solides soumis à de très fortes pressions 718
Sur une conception chimique de l'ether 719
L'effet chimique des rayons cathodiques. 759
Le Polonium et la question du Radio-tellure. 840
L'absorption des gaz par le charbon aux très basses températures 884
L'actinium et l'émanium 964
La constitution physique du protoplasma 1013

Distinctions et Solennités scientifiques.

Elections à l'Académie des Sciences de Paris. . 53, 425, 473, 625, 1009, 1057
Hommage à Mme Curie 53
Le Prix de la Presse Osiris 54
Hommage à un savant français. 625
Les médailles de la Société Royale de Londres. . . . 1057

Électricité industrielle.

GRADENWITZ (A.) — Un ondomètre pour télégraphie sans fil 1011
RAMAKERS (L.). — Nouveaux fréquence-mètres pour courants ondulatoires. 758
La téléphonie et la télégraphie optiques au moyen des projecteurs électriques 7
La commande des métiers à tisser par l'électricité . 6
La soudure par le courant électrique et la soudure par l'arc 5
La traction par courant alternatif simple, système électropneumatique B.-J. Arnold. 110
La station centrale télétypique de Berlin. 166
Les essais de traction à courant alternatif simple en Italie. 278
Le rendement de la lampe Nernst. 282
Le télégraphe imprimeur rapide de Siemens et Halske. 283
La traction tangentielle système Dulait 76
Les oscillographes « Duddell » 29
Un appareil pour transmettre l'écriture et les tableaux par voie télégraphique 90
L'accumulateur Edison 718
La téléphonie sans fil au moyen des ondes hertziennes. 8[illegible]
Essais comparatifs sur les courants continus et alternatifs à haute tension. . . . . 2[illegible]
Nouvelle lampe à arc à l'Exposition de Saint-Louis . 111[illegible]
Rampes moyennes et fortes dans les chemins de fer électriques . . . . . 1[illegible]

Enseignement, Universités et Sociétés.

BROCA (André). — Quelques observations sur l'Espéranto. . . . . [illegible]
CAUSTIER (E.). — Le Bureau municipal de renseignements scientifiques de l'Université de Paris . . . [illegible]

Fructier (Paul). — Quelques observations sur l'Esperanto 223
Olivier (Louis). — L'Agrégation de l'Enseignement secondaire et le Doctorat 114
Monnory (Henri). — L'Ecole centrale et l'Enseignement supérieur des Sciences. 430
Raveau (C.). — Quelques observations sur l'Esperanto. 58
Rosell (A.). — Les livres pour l'enseignement secondaire et universitaire aux Etats-Unis 1114
Turpain (A.). — Les Mathématiques dans l'Enseignement secondaire 330
Conseil académique et Conseil de l'Université de Paris. 10
Un laboratoire de Physiologie appliquée. 10
Une chaire de Physique générale à la Sorbonne . . . 10
Conférences de la Société des Amis de l'Université. . 10
Conseil de l'Université de Paris 58. 374
La Revue scientifique. 59
Personnel universitaire 114, 375, 531, 800
Ecole pratique de Sylviculture des Barres. 173
Les « classiques » et les « modernes » en Angleterre. 173
Université de jeunes filles en Russie. 173
La caisse des recherches scientifiques. 223
Inauguration d'un nouveau Laboratoire. 329
Muséum d'Histoire naturelle 330
Association des Anatomistes 374
L'Université de Paris en 1902-1903. 374
Agrégation de Médecine. 375
Agrégation de Pharmacie 375
La réorganisation de l'Ecole Normale Supérieure . . 430
La Société des amis de l'Université de Paris 479
A la Société de Géographie 479
Le Congrès international de Zoologie de Berne. . . . 531
A l'Ecole Polytechnique. 531
Les Ecoles pratiques d'Agriculture 580
La réforme des agrégations de l'Enseignement secondaire 799
Agrégation des Facultés de Médecine . 841
Diplômes d'études supérieures 927
L'examen d'entrée à l'Ecole Polytechnique 966

Génie civil.

Clerget (P.). — Les Musées et les Laboratoires industriels de l'Allemagne 376
Romeu (A. de). — L'industrie du Corindon comme matière usante. 1109
L'Aérodrome de la Tour Eiffel. 1
Installation d'une force motrice à gaz de haut-fourneau aux usines métallurgiques d'Ilsede (Allemagne) 526
La stabilité longitudinale des ballons automobiles . . 627
L'isochronisme des chronomètres 798
La stabilité longitudinale des ballons automobiles. Solution du problème de la navigation aérienne . 837
Voitures à vapeur en service public 962
Le refroidissement de l'air destiné au soufflage des hauts-fourneaux. 1059
L'industrie des chronomètres 1059

Géographie et Colonisation.

Caustier (E.). — La Mission Auguste Chevalier à la Sorbonne 478
Clerget (P.). — Le tunnel du Simplon et les voies d'accès françaises. 171
— Le développement des Ports maritimes et les zones franches . . . . . [illegible]
— La question du coton. 529
— Le canal des Deux-Mers. 631
— Gênes et Marseille . . . . . [illegible]
— Les chalands de mer et le commerce maritime . 927
La traversée du Pas-de-Calais 966
— La rénovation de l'Asie-Mineure et le commerce français dans le Levant 1112
Derbain (Henri). — Les Hereros 113
Regelsperger (G.). — La délimitation de la Guinée française; Mission du Dr Maclaud . . . 222
La Mission Lenfant 285
L'Expédition Peary au nord du Groenland (1898-1902) 428
— Les résultats scientifiques de l'Expédition antarctique du Dr Nordenskjöld 477
— Les résultats scientifiques de l'Expédition antarctique écossaise Bruce . . . . . [illegible]
— L'Expédition antarctique anglaise de la « Discovery » . . . . . [illegible]
[illegible] . . . . . 101.
Regelsperger (G.). — Les lacs des hauts plateaux boliviens. 1061
La Mission du capitaine Lenfant 58
Une conférence coloniale à l'Université de Leipzig. . 113
Une carte de l'Afrique occidentale française 285
La Corée et ses habitants 429
La Mission scientifique du Maroc (Archives marocaines) 478
La culture du coton dans l'Afrique occidentale anglaise. 632

Géologie et Paléontologie.

Clerget (P.). — Les résultats scientifiques du percement du Simplon 676
L'existence du Jurassique supérieur et de l'Infracrétacé en Grèce 798
Le lac bouillant de la Dominique 885

Mathématiques.

Les problèmes aux limites relatifs aux équations aux dérivés partielles et aux équations différentielles du second ordre 1
Le genre des fonctions entières 573
Le troisième Congrès international des Mathématiciens. 961

Météorologie et Physique du Globe.

Influence de la Lune sur la pluie. 109, 371, 1009
Le tracé des courbes en Climatologie 628
Les taches du Soleil et le Magnétisme 675
Observations météorologiques de la Mission Foureau-Lamy. 757
Les Saints de glace. 797
L'insolation en Allemagne 797
Conditions atmosphériques des brouillards. 837
Les cristaux de neige. 882
Radio-activité atmosphérique 882
Le Pôle de froid. 923
Le climat de l'île de Chypre. 962
Un nouveau journal météorologique. 1058
Variation de l'aiguille aimantée 1059
La mesure de la rosée 1109
Maximum thermométrique d'avril. 1109

Nécrologie.

Bertrand (Gabriel). — Emile Duclaux. 827
Dehérain (Henri). — Stanley et son œuvre africaine. 523
Fehr H. . — Charles Soret. 425
Glangeaud (Ph.). — M. Fouqué. 369
Léonardon (H. — Octave Gréard. 473
Zeiller (R.). — Bernard Renault. 1057
Karl von Zittel. 54
O. Callandreau 165, 281
M. Duchesne-Fournet. 165
H. Perrotin. 325
Emile Duclaux. 425
E. Marey. 473
J. Sarrau. 473
Marcel Ascoli. 921

Physique.

Duhem (P.). — A propos de la déformation des solides 217, 525
Guillaume (Ch. Ed.). — La propagation lointaine des ondes électriques. 165
— Dilatation et transformation magnétique du nickel. 675
— Le magnétisme des alliages du manganèse. . . . 927
Déviation vers l'Est des corps en chute libre. . . . 4
Transport d'air liquide. 4
Expériences sur les rayons X et le radium 54
Les expériences de télégraphie sans fil du Professeur Slaby. 54
Electrisation négative des gouttes d'eau 109
Sur la dispersion rotatoire magnétique anomale. . . 109
Les thermomètres médicaux et le Laboratoire d'essais. 166
L'influence des déformations sur l'électricité de frottement 218
Relation entre la conductivité du sélénium et l'intensité de la lumière incidente. 218
Variations de la vitesse de refroidissement des corps chauffés et électrisés sous l'influence du radium. 282

L'action du radium sur les tubes à vide soumis à une différence de potentiel. 326
Quelques observations relatives aux piles à sélénium. 371
Nouvelles recherches sur la phosphorescence. 475
La loi de Dalton-Henry et l'absorption des émanations radio-actives 527
L'action du radium sur les verres, le quartz et d'autres corps. 527
Conférence sur le radium. 574
Le photomètre à scintillation Simmance et Abady. . 576
La couleur des lacs. 628
Sur un nouveau phénomène de radiation. 629
Expériences sur l'émanation du bromure du radium. 629
Capacité électrostatique des tubes remplis de gaz raréfiés. 676
Corps biréfringents artificiels à composants isotropes. 718
L'action du radium sur les métaux. 718
Modifications physiques et chimiques des solides soumis à de très fortes pressions. 718
L'effet chimique des rayons cathodiques. 760
Sur les cohéreurs à oxyde chaud. 798
La fatigue photoélectrique et la photométrie. 839
Une nouvelle méthode d'obtention de la photographie des couleurs. 883
Sur une radiation secondaire produite dans les métaux par les rayons cathodiques du radium. 923
Sur un gaz radio-actif retiré du pétrole brut. 924
Sur la charge électrique que prend un conducteur métallique isolé sous l'action d'un cylindre métallique 964
Un nouveau principe phonographique. . . . 964, 1061
L'état cristallin et le point critique. 1010
Modèle dynamique d'un corps radio-actif. 1011
Emanation radio-active contenue dans les eaux de source 1011
L'eau salée, accumulateur de la chaleur solaire. . . 1060
La reproduction des reliefs par voie photographique. 1060
Détecteur électrolytique des ondes hertziennes. . . . 1110
L'influence des phénomènes psychiques et physiologiques sur la conductivité électrique du corps humain. 1110

Sciences médicales.

Meige (Henri Dr). — Le XIVe Congrès des Médecins aliénistes et neurologistes de France et des pays de langue française. 886
Nouvelle Convention sanitaire internationale. 8
Le Lazaret du Frioul. 9
Lutte contre la tuberculose. 9
La « Tuberculosis aid and education Association ». . 9
A propos de la prophylaxie de la fièvre typhoïde dans l'armée. 9
La Commission permanente de la tuberculose du Ministère de l'Intérieur. 57
Etiologie de l'appendicite 58
L'Hémicraniose 111
Existence d'un centre distinct de l'écriture. 112
Un nouveau sérum anticancéreux. 112
L'usage de l'alcool dans les climats tropicaux. . . 112
L'œuvre de « La Femme tuberculeuse ». 113
La tuberculose en Allemagne. 170
A propos du scorbut infantile. 170
Une « Ligue contre le paludisme » en Algérie. . . . 171
Prophylaxie des maladies contagieuses dans les Ecoles d'Italie 171
Hôpitaux français d'enfants tuberculeux. 222
Traitement du cancer du sein par la castration ovarienne. 222
Inoculation de la syphilis aux singes anthropoïdes. . 222
Une nouvelle application thérapeutique de la ponction lombaire 284
Coloration vitale des tissus pour augmenter la pénétration et favoriser l'action curative des rayons chimiques. 284
Le Service de santé dans l'Armée japonaise 327
Une fracture professionnelle 328
Un nouveau moyen de diagnostic de la fièvre typhoïde. 328
Le bacille de la dysenterie 328
Le sucre et le vin dans l'alimentation du soldat . . . 373
Le paludisme à Madagascar. 374
La myosite infectieuse au Japon. 374
Traitement à ciel ouvert des plaies par l'exposition au soleil et par la dessiccation 374
Un nouveau procédé de traitement des affections de l'estomac 374
L'inoculation aux rats du microbe du cancer. . . . 428
La contagion familiale de la lèpre. 428
Une cause d'infériorité du soldat japonais 428
Distribution géographique de la folie aux Etats-Unis. 476
Myxœdème provoqué par l'ablation des mamelles hypertrophiées 476
A propos de puériculture 529
Effets des rayons X sur l'appareil génito-urinaire . . 529
La greffe thyroïdienne chez l'homme. 578
Monstre hétéradelphe vivant. 578
L'immunité acquise contre les poisons est-elle transmissible des générateurs à leur descendance. . . 631
La déchloruration chez les Arabes 631
La transmission de la diphtérie par l'eau. 677
La tuberculose dans les écoles parisiennes. Prophylaxie et traitement 721
Le massage du cœur mis à nu. 721
Dangers de l'eau de source 760
Infantilisme et pancréas. 760
Un moyen médical de combattre la tuberculose . . . 799
L'anémie des mineurs. 799
La question des consultations de nourrissons 840
La cure actuelle de l'alcoolisme 840
Un nouveau microbe de la phtisie. 840
Appendicite et syphilis 887
La prophylaxie dans les salles d'école par l'emploi d'huile adhésive sur les planchers 887
Prophylaxie du paludisme dans l'isthme de Suez. . . 926
Tuberculose et mutualité 926
Nanisme expérimental. 927
Pénétration des larves d'Ankylostome à travers la peau 965
Les origines et la prophylaxie de l'appendicite 965
La question de la puériculture au Congrès d'Arras. . 965
Chlorose et tuberculose 1013
Traitement moderne de l'ophidisme au Brésil 1013
Les injections hypodermiques d'air atmosphérique. . 1061
Traitement chirurgical de la goutte. 1061
L'épidémie de peste de Fou-Tchéou. 1061
Le cancer des souris. 1112
L'épidémie cholérique de la Chine septentrionale. . 1112

Zoologie, Anatomie et Physiologie.

Clerget (P.). — L'Océanographie et les Pêches maritimes. 372
Piéri (J.-B.). — L'ovulase et le développement des œufs vierges 630
Viguier (C.). — Influence du milieu extérieur sur l'œuf 475
Les sens de l'Escargot. 7
La sapocrinine 8
Vivisection et antivivisection 8
Le sérum antithyroïdien. 56
La glande interstitielle du testicule des Mammifères . 169
Ablation des parathyroïdes chez l'oiseau. 170
Combustions intra-organiques dans les glandes à l'état de repos et d'activité 220
Rôle du contact du sang avec les corps étrangers dans la coagulation de ce liquide. 220
La sensation du « déjà vu ». 221
Sur la trypsinogénèse 284
Sécrétion physiologique de la bile et du suc intestinal. 372
Le sucre dans l'alimentation. 427
Les rudiments psychiques de l'homme. 577
La Station aquicole de Boulogne 631
Les « Archives internationales de Physiologie » . . . 677
Les parathyroïdes de la tortue 760

Sciences diverses.

Lebon (E.). — Les sections de Philosophie et d'Histoire des sciences au deuxième Congrès international de Philosophie 921

II. — ARTICLES ORIGINAUX

Astronomie, Météorologie.

Bourgeois (Cᵗ R.). — L'état actuel de la Géodésie . . 376
Julius (W. H.). — Les théories solaires et la dispersion anomale 480

Botanique et Agronomie.

Dugast (J.). — L'industrie oléicole en Algérie. 1re partie : Culture de l'olivier 505
— 2e partie : Fabrication et propriétés de l'huile. . . 547
Péchoutre (F.). — Revue annuelle de Botanique. . . 859

Chimie.

Arrhénius (Svante). — La physico-chimie des toxines et antitoxines. 633
Bouveault (L.). — Revue annuelle de Chimie organique. 193
Charron (E.). — Composés non saturés et radicaux négatifs. 440
Demenge (Emile). — Le gaz à l'eau et ses principales applications. 71
Dugast (J.). — L'industrie oléicole en Algérie. 1re partie : Culture de l'olivier 505
— 2e partie : Fabrication et propriétés de l'huile . . 547
Fourneau (Ernest). — Les anesthésiques locaux . . . 850
Henri (V.). — L'état actuel de nos connaissances sur les colloïdes. 1re partie : Préparation et propriétés des solutions colloïdales ; énergie de liaison entre le colloïde et le solvant 1015
— 2e partie : Affinités des solutions colloïdales . . . 1066
— 3e partie : Statique chimique des solutions colloïdales. Application des lois de l'équilibre aux systèmes colloïdaux 1129
Mathésius (W.). — La formation des scories dans les opérations métallurgiques, leur constitution et leur emploi industriel. 889
Mayer (A.). — L'état actuel de nos connaissances sur les colloïdes. 1re partie : Préparation et propriétés des solutions colloïdales ; énergie de liaison entre le colloïde et le solvant 1015
— 2e partie : Affinités des solutions colloïdales. . . 1066
— 3e partie : Statique chimique des solutions colloïdales. Application des lois de l'équilibre aux systèmes colloïdaux 1129
Moureu (Ch.). — Les récents travaux sur les composés acétyléniques 722
Ramsay (Sir William). — L'émanation du radium. Ses propriétés et ses changements. 581
Roux (Eugène). — Les récents travaux sur les sucres . 532
Saporta (Antoine de). — Les analyses agricoles par volumétrie gazeuse. 351
Simon (L. J.). — La Chimie dans l'enseignement secondaire 695
Will (Wilhelm). — Les progrès de la technique des matières explosives depuis le développement de la Chimie organique. 801
Young (Sydney). — Quelques propriétés physiques des liquides purs et des mélanges. 981

Chirurgie, Médecine, Hygiène, Microbie médicale.

Brault (Dr J.) — Les maladies cutanées et vénériennes chez les indigènes musulmans d'Algérie. 1re partie : Affections de la peau. 898
— 2e partie : Les maladies vénériennes 934
Dehérain (F.). — La fréquence du pouls et l'élimination urinaire. Oligurie et tachycardie 310
Hartmann (Henri). — Revue annuelle de Chirurgie . . 34
Le Chatelier (Alfred). — La lutte sociale contre la tuberculose 83
Létienne (A. Dr.). — Revue annuelle de Médecine . . 901
Milice (Henry Dr). — Les tics 748

Enseignement.

Appell (P.). — L'enseignement supérieur des Sciences. 287
Ascoli (M.). — Les Sciences mathématiques et physiques dans l'enseignement secondaire, d'après les conférences du Musée pédagogique. 496
Borel (Emile). — Les exercices pratiques de Mathématiques dans l'enseignement secondaire. Conférence faite le 3 mars 1904 au Musée pédagogique. 431
Colson (C.). — La préparation aux Ecoles techniques supérieures 299
Haug (Emile). — La chaire de Géologie à la Sorbonne. 842
Joubin (L.). — L'enseignement de la Malacologie au Muséum. Leçon d'ouverture du cours de Malacologie 174
Simon (L. J.). — La Chimie dans l'enseignement secondaire 695

Géographie et Colonisation.

Anfreville (Dr L. d'). — La colonisation et l'apprentissage colonial 740
Clerget (P.). — L'esprit scientifique dans l'expansion commerciale de l'Algérie 132
Cureau (Ad. Dr). — Essai sur la psychologie des races nègres de l'Afrique tropicale. 1re partie : Sensibilité et affectivité 638
— 2e partie : Intellectualité 679
Dehérain (Henri). — Revue annuelle de Géographie . 944
Fock (A.). — La conquête économique de l'Afrique par les voies ferrées. 251

Géologie, Minéralogie et Paléontologie.

Chudeau (R.). — L'exposition minière de Constantine. 702
Haug (Emile). — La chaire de Géologie à la Sorbonne. 842
Launay (L. de). — La distribution des éléments chimiques dans l'écorce terrestre. Introduction à la Géologie chimique. 386
Machat (J.). — La structure géologique de la Guinée française 767
Thoulet (J.). — L'Océanographie dans le voisinage immédiat du rivage 542

Mathématiques.

Ascoli (M.). — Les Sciences mathématiques et physiques dans l'enseignement secondaire, d'après les conférences du Musée pédagogique 496
Aynié (P.). — Nouvelles applications des méthodes graphiques à l'étude des opérations financières . . . 733
Borel (Emile). — Les exercices pratiques de Mathématiques dans l'enseignement secondaire. Conférence faite le 3 mars 1904 au Musée pédagogique. . . . 431

Mécanique et Génie civil.

Bouasse (H.). — Sur les déformations des solides . . 115
Chaleil (P.). L'utilisation des vapeurs d'échappement. 1041
Coradin (E.). — Les ondes aériennes. 182
Gradenwitz (A.). — Les expériences de traction électrique rapide sur la ligne de Marienfelde-Zossen. 315
Lavergne (Gérard). — L'automobilisme au Salon de décembre 1903 30
Padé (Henri). — Barré de Saint-Venant et les principes de la Mécanique. 761
Picard (Emile). — Les principes de la Mécanique. A propos d'un livre de M. Mach 1063

Physiologie.

Rabaté (E.). — Le calcul des rations et des substitutions alimentaires. 185
Treves (Dr Zacharie). — Idées nouvelles en Ergographie. 1re partie : La fatigue musculaire 774
— 2e partie : La fatigue nerveuse 824

Physique.

Ascoli (Marcel). — Une nouvelle espèce de radiations. Les rayons N 226

Ascoli (Marcel). — Les Sciences mathémathiques et physiques dans l'enseignement secondaire, d'après les conférences du Musée pédagogique. 496
Boissoudy (J. de). — Les hypothèses cinétiques et la loi de l'évolution 815
Brillouin (Marcel). — La vie et l'œuvre de Sir George Gabriel Stokes 22
Debierne (A.). — Le radium et la radio-activité. 1re partie : La préparation du radium et son rayonnement 11
— 2e partie : L'émanation et les autres propriétés. Conséquences théoriques 60
Julius (W. H.). — Les théories solaires et la dispersion anomale 480
Meslin (Georges). — Conservation et utilisation de l'énergie. 1re partie : Principes généraux 584
— 2e partie : Applications et analogie mécanique . . 652
Ramsay (Sir William). — L'émanation du radium, ses propriétés et ses changements 581
Rubens (H.). — L'optique des métaux pour les ondes de grande longueur. 928
Young (Sydney). — Quelques propriétés physiques des liquides purs et des mélanges. 981

Sciences diverses.

Gradenwitz (A.). — Le 75e Congrès des naturalistes et médecins allemands. 1141

Zoologie et Anatomie.

Anglas (Jules). — Les tissus de remplacement : 1re partie : L'histolyse. 968
— 2e partie : L'histogénèse. 1031
Bohn (Georges). — Influence du milieu extérieur sur l'œuf. Parthénogénèse expérimentale et naturelle . 242
Boissoudy (J. de). — Les hypothèses cinétiques et la loi de l'évolution 815
Bouvier (E. L.). — Les abeilles et les fleurs 331
Caullery (M.). — Revue annuelle de Zoologie 594
— Le 6e Congrès international de Zoologie (Berne, 14-19 août 1904). 895
Cuénot (L.). — Les recherches expérimentales sur l'hérédité mendélienne 303
Joubin (L.). — L'enseignement de la Malacologie au Muséum. Leçon d'ouverture du cours de Malacologie 174
Laguesse (E.). — Revue annuelle d'Anatomie. 1082
Loisel (Gustave). — Revue annuelle d'Embryologie. 1re Partie. Croissance et développement. Métamorphoses 86
— 2e partie : Recherches sur l'œuf. Technique embryologique 144
Marinesco (Georges). — Études histologiques sur le mécanisme de la sénilité 1116
Mesnil (F.). — Revue annuelle de Zoologie. 594
— Le 6e congrès international de Zoologie (Berne, 14-19 août 1904) 895
Richet (Charles). — La génération spontanée. 404

Revues annuelles.

Bouveault (L.). — Revue annuelle de Chimie organique. 195
Caullery (M.). — Revue annuelle de Zoologie 594
Dehérain (Henri). — Revue annuelle de Géographie . 944
Hartmann (Henri). — Revue annuelle de Chirurgie . . 34
Laguesse (E.). — Revue annuelle d'Anatomie. 1082
Létienne (Dr A.). Revue annuelle de Médecine 991
Loisel (Gustave). — Revue annuelle d'Embryologie. 1re partie : Croissance et développement. Métamorphoses 86
— 2e partie : Recherches sur l'œuf. Technique embryologique 144
Mesnil (F.). — Revue annuelle de Zoologie. 594
Pechoutre (F.). — Revue annuelle de Botanique . . . 859

III. — BIBLIOGRAPHIE

I° SCIENCES MATHÉMATIQUES

Mathématiques.

Alexandroff (Iwan). — Aufgaben aus der niederen Geometrie. 910
Bachmann (P.). — Éléments de la Théorie des nombres. 315
Bauer (G.). — Vorlesungen über Algebra 39
Braunmühl (A. von). — Vorlesungen über Geschichte der Trigonometrie. 611
Chomé (F.). — Cours de Géométrie descriptive 1146
Dassen (Claro-Cornelio). — Étude sur les quantités mathématiques. Grandeurs dirigées. Quaternions. 660
Delaporte (L.-J.). — Essai philosophique sur les Géométries non euclidiennes 154
Fouet (Ed.-A.). — Leçons élémentaires sur la Théorie des fonctions analytiques. 97
Green (George). — Mathematical Papers. 412
Humbert (G.). — Cours d'Analyse de l'École Polytechnique. Tome I. 202
— Tome II. Compléments du Calcul intégral. Fonctions analytiques et elliptiques. Équations différentielles 1047
Jully (A.). — La règle à calcul 561
König (Julius). — Einleitung in die allgemeine Theorie der algebraischen Grössen. 1000
Lebesgue (Henri). — Leçons sur l'intégration et la recherche des fonctions primitives. 952
D'Ocagne (Maurice). — Exposé synthétique des principes fondamentaux de la Nomographie. 39
Pionchon (J.). — Évaluation numérique des grandeurs géométriques 358
Robin (Gustave). — Théorie nouvelle des fonctions. 705
Stoffaes (Abbé). — Cours de Mathématiques supérieures 746
Vivanti (G.). — Leçons élémentaires sur la Théorie des groupes de transformations 1098
Weber (H.). — Encyclopædie der Elementar-Mathematik. Tome I. Elementar-Algebra und Analysis 266
Wellstein (J.). — Encyclopaedie der Elementar-Mathematik. Tome I. Elementar-Algebra und Analysis 266
Wunecke (Ernst). — Der geometrische Vorkursus in schulgemässer Darstellung 1000

Astronomie et Météorologie.

Moreux (Abbé Th.). — Le Problème solaire. 315
Stroobant (P.). — La mesure de l'ascension droite des astres et l'usage des mires méridiennes 910

Thermodynamique, Mécanique générale et Mécanique appliquée.

Appell (P.). — Leçons de Mécanique élémentaire (à l'usage des élèves des classes de 1re) 39
Auscher (Léon). — Le tourisme en automobile. . . . 1146
Baumgartner (F.). — Manuel du constructeur de moulins et du meunier. Les machines de meunerie. . 660
Charbonnier (Commandant P.). — Traité de Balistique extérieure. 786
De Chasseloup-Laubat. — Les Marines de guerre modernes 154
Coupan (G.). — Les moteurs agricoles 746
Fliegner (A.). — Les distributions à changement de marche avec tiroir unique. 358
Gruet (Ch.). — Moteurs pour dynamos. 97
Laussedat (Colonel A.). — Recherches sur les instruments, les méthodes et le dessin topographiques.

2e partie. Développement et progrès de la Métrophotographie. 873
Marchis (L.). — Leçons sur les moteurs d'automobiles et les applications industrielles de l'alcool au chauffage, à l'éclairage et à la force motrice . 202
— Les moteurs à essence pour automobiles. 910
— Thermodynamique. I. Notions fondamentales . . 1098
Marcolongo (Roberto). — Teoria matematica dell' equilibrio dei corpi elastici 831
Pietra-Santa (J. de). — L'aide-mémoire de l'Automobile. 1051
Schoeller (A.). — La locomotive Compound 953
Schreber (Dr K.). — Les machines motrices 266
Swinburne (James). — L'Entropie, ou la Thermodynamique au point de vue de l'ingénieur et la réversibilité en Thermodynamique 850
Verneaux (René). — L'industrie des Transports maritimes au xixe siècle et au commencement du xxe siècle. 462
Vogel (Otto). — Annuaire de la Métallurgie du fer pour 1904. 513
Weiss (F.-J.). — Traité de la condensation 560
Witz (Aimé). — Traité théorique et pratique des moteurs à gaz et à pétrole 154
— Traité théorique et pratique des moteurs à gaz et à pétrole 513

2° SCIENCES PHYSIQUES

Physique.

Abraham (Henri). — Recueil d'expériences élémentaires de Physique 611
Arsonval (D'). — Traité de Physique biologique . . . 269
Bordier (H.). — Précis de Physique biologique. . . . 52
Boy de la Tour. — Traité pratique des installations d'Eclairage électrique 787
Chassagny (M.). — Manuel théorique et pratique d'Electricité. 263
Chauveau. — Traité de Physique biologique 269
Congrès. — Comptes rendus du Congrès de la Houille blanche. 350
Dallmeyer (Thomas R.). — Le Téléobjectif et la Téléphotographie 876
Darby (J.-C.-H). — Manuel élémentaire pratique de mesures électriques sur les câbles sous-marins. . 267
Duquène (Emile). — Pratique des essais de machines électriques à courant continu et alternatif. . . . 706
Fisher (H.-K.-C.). — Manuel élémentaire pratique de mesures électriques sur les câbles sous-marins. . 267
Ganot. — Traité élémentaire de Physique 756
Gariel. — Traite de Physique biologique 269
Gay (Alfred). — Les câbles sous-marins. I. Fabrication. II. Travaux en mer. 1098
Glazebrook (R.-T.). — Electricity and Magnetism. An elementary textbook, theoretical and practical. . 911
Gleichen (A). — Lehrbuch der geometrischen Optik . 98
Guilbert (C.-F.). — Les générateurs d'électricité à l'Exposition universelle de 1900 416
Guillaume (Ch.-Ed.). — Les applications des aciers au nickel. Théorie des aciers au nickel 1100
Hildebrandsson (H. Hildebrand). — Les bases de la Météorologie dynamique : Historique. Etat de nos connaissances. 514
Lévy-Salvador (Paul). — Utilisation des chutes d'eau pour la production de l'énergie électrique. Application aux usages agricoles 100
Maneuvrier. — Traité élémentaire de Physique . . 756
Marchis (L.). — Leçons sur les méthodes industrielles de mesure des courants continus 747
Marey. — Traité de Physique biologique. 269
Monnier (D.). — Electricité industrielle 155
Reiss (R.-A.). — La photographie judiciaire 1018
Rosenberg (E.). — L'électricité industrielle mise à la portée de l'ouvrier 413
Rouvière (Ulysse). — Pratique des essais de machines électriques à courant continu et alternatif. 706
Rowland (Henry-Augustus). — Physical papers . . 70
Swyngedauw (R.). — Phénomènes fondamentaux et principales applications du courant alternatif. . 1147
Teisserenc de Bort (L.). — Les bases de la Météorologie dynamique. Historique. Etat de nos connaissances 514
Weiss (G.). — Traité de Physique biologique 269
Witteborle (R.). — Les canalisations électriques. . . 612

Chimie.

Aso (Dr K.). — Introduction à l'étude de la Chimie végétale et agricole. 98
Babu (L.). — Traité théorique et pratique de Métallurgie générale. 747
Bouant (Emile). — Cours de Chimie. Chimie générale. Analyse chimique. Compléments de Chimie organique. 788
Candlot (E.). — Chaux, Ciments et Mortiers 41
Carracido (José-R.). — Traité de Chimie biologique. 562
Dillaye (Frédéric). — Le tirage des épreuves en photographie. 831
Dugast (J.). — L'industrie oléicole. Fabrication de l'huile d'olive 1049
Eder (J.-M.). — Système de sensitométrie des plaques photographiques 268
Fischer (F.). — Traité de Chimie industrielle. 413
Gautier (L.). — Traité de Chimie industrielle 413
Girard (Ch.). — Analyse des matières alimentaires et recherche de leurs falsifications 1099
Groth (L.-Albert). — The potash salts; their production and application to Agriculture, Industry and Horticulture. 517
Haller (A.). — Les Industries chimiques et pharmaceutiques. Rapport du Jury international de l'Exposition de 1900. 155
Holbling (V.). — Traité de la fabrication des matières de blanchiment. 98
Ledebur (A.). — Traité de Technologie mécanique métallurgique 40
— Manuel théorique et pratique de la Métallurgie du fer 1147
Lévy (Lucien). — Les moûts et les vins en distillerie 317
Lezé (R.). — Les industries du lait. 787
Luther (R.). — Manuel pratique des mesures physico-chimiques 1099
Maillard (L.-C.). — L'indoxyle urinaire et les couleurs qui en dérivent 911
Malmgren (S.-M.). — Synthesen vermittels Bromcamphers und Magnesium. 360
Marignac (J.-C. Galissard de). — Œuvres complètes. 203
Mercéron-Vicat. — L. Vicat; sa vie et ses travaux. . 463
Morel (M.-A.). — Les matériaux artificiels. 267
Ostwald (W.). — Manuel pratique des mesures physico-chimiques. 1099
— Les principes scientifiques de la Chimie analytique 1147
Pairault (E.-A.). — Le rhum et sa fabrication. . 359
Petit (P.). — Brasserie et Malterie. 832
Pozzi-Escot (Emm.). — Introduction à l'étude de la Chimie végétale et agricole. 98
Saillard (E.). — Technologie agricole. 562
Schnabel (C.). — Traité de Métallurgie générale . . . 612
Sorel (E.). — La grande Industrie chimique minérale. Potasse, Soude, Chlore, Iode, Brome. 562
Teyssier (R.). — Manuel guide de la fabrication du sucre 1049
Vidal (Léon). — Traité pratique de Photochromie . . 562
Wagner (B.). — Traité de Chimie industrielle. 413

3° SCIENCES NATURELLES

Géographie, Géologie, Paléontologie.

Barré (Commandant). — L'Architecture du sol de la France 156
Beck (Dr Richard). — Traité des gisements métallifères. 613
Dehérain (Henri). — Etudes sur l'Afrique. Soudan oriental, Ethiopie, Afrique équatoriale, Afrique du Sud 1002
Dumolard (Henry). — Le Japon politique, économique et social 206
Du Plessis de Grenédan. — Géographie agricole de la France et du Monde. 413
Fraser (Malcolm A. C.). — Western Australian Yearbook 954
Fritel (P.-H.). — Paléobotanique (Plantes fossiles). . 515
Hedin (Dr Sven). — L'Asie inconnue. I. Dans les sables de l'Asie. II. Vers la ville éternelle 852
Imbeaux (Dr Ed.). — Les eaux de Paris, Versailles et la banlieue. 317

JACOT-GUILLARMOD (Dr J.). — Six mois dans l'Himalaya, le Karakorum et l'Hindu-Kush. 661
LAURENT (L.). — Les produits coloniaux d'origine minérale 463
ROBIN (Aug.). — Geologie pittoresque 360
SÉGONZAC (Marquis DE). — Voyages au Maroc 464
— Itinéraires et profils 464
STERNS-FADELLE (F.). — Dominica, a fertile island. . . 707
TRANSVAAL CHAMBER OF MINES. — Thirteenth annual Report for the year 1902. 99
TRANSVAAL MINES DEPARTMENT. — Yearly Report of the Government mining Engineer for the year ending June 30th. 1902. 99
VAN DEN BROECK (Ern.). — L'étude des eaux courantes souterraines par l'emploi des matières colorantes (fluorescéine). 876
VICTORIA INSTITUTE OF TRINIDAD AND TOBAGO. — Industrial Trinidad. 914
WAHL (Maurice). — L'Algérie 1050
WEULERSSE (G.). — Le Japon d'aujourd'hui. Etudes sociales. 912

Botanique et Agronomie.

BODIN (E.). — Biologie générale des Bactéries 1002
COMMISSION DE PARASITOLOGIE AGRICOLE MEXICAINE. — Les plaies de l'Agriculture. 788
COUTURIER (A.). — Les engrais potassiques; leur application rationnelle en Agriculture. 832
FRITEL (P.-H.). — Paléobotanique (Plantes fossiles) . . 515
JUMELLE (Henri). — Les plantes à caoutchouc et à gutta 41
HENSEVAL (Dr). Les microbes du lait et de ses dérivés. 832
MANGIN (L.). — La Phthiriose de la Vigne. 204
MOUILLEFERT (P.). — Traité de Sylviculture 268
OLIVIERI (F. Em.). — A Treatise on Cacao 662
PALACIOS (G. Delgado). — Contribution à l'étude du café au Venezuela. 877
RISLER (E.). — Irrigations et drainages. 1099
VIALA (P.). — La Phthiriose de la Vigne 204
WERY (G.). — Irrigations et drainages. 1099
WILDEMANN (Emile de). — Notes sur quelques Apocynacées laticifères de la flore du Congo. 915
ZOLLA (D.). — Dictionnaire manuel illustré d'Agriculture 707

Zoologie, Anatomie et Physiologie de l'Homme et des Animaux.

ANGLAS (J.). — Les animaux de Laboratoire; la Grenouille. 515
ARSONVAL (d'). — Traité de Physique biologique. . . . 269
BORDIER (H.). — Précis de Physique biologique. . . . 42
CHAUVEAU. — Traité de Physique biologique. 269
COTTE (J.). — Contribution à l'étude de la nutrition chez les Spongiaires. 360
DEYROLLE (Emile). — Oiseaux 1002
FAIRMAIRE (L.). — Coléoptères 99
GARIEL. — Traité de Physique biologique. 269
GIARD (Alfred). — Controverses transformistes 1148
GIGLIO-TOS (Dr Ermanno). — Les problèmes de la vie. 2e partie : L'Ontogenèse et ses problèmes 563
GOLLDI (Emilio A.). — Album de Aves amazonicas . . 662
HERDMANN (W. A.). — Report to the Government of Ceylon on the Pearl-Oyster Fisheries of the Gulf of Manaar 1100
HERRERA (A.-L.). — Nociones de Biologia. 915
KIEFFER (J.-J.). — Monographie des Cynipides d'Europe et d'Algérie. 99
LABOULBÈNE DES BANCELS (J.). — De l'influence de la température extérieure sur l'alimentation. Recherches expérimentales sur le pigeon. 956
LE DOUBLE (Dr A.-F.). — Traité des variations des os du crâne de l'homme et de leur signification au point de vue de l'Anthropologie 708
LOWENTHAL (N.). — Atlas zur vergleichenden Histologie der Wirbeltieren nebst erläuterndem Texte . . . 877
MACOUN (John). — Catalogue of Canadian Birds. . . . 788
MEESTER (Jules DE). — Travaux de la Station de recherches relatives à la pêche maritime à Ostende. 789
MAREY. — Traité de Physique biologique. 269
MUHLBERG (F.). — Zweck und Umfang des Unterrichts in der Naturgeschichte an höheren Mittelschulen mit besonderer Berücksichtigung der Gymnasien. 748
SCHOENICHEN (Dr Walther). — Die Abstammungslehre im Unterrichte der Schule. 748
DE SEILHAC (Léon). — La pêche de la sardine. 157
VASCHIDE (N.). — Essai sur la Psycho-physiologie des monstres humains 414
VURPAS (Cl.). — Essai sur la Psycho-physiologie des monstres humains. 414
WEISS (G.). — Traité de Physique biologique 269

4° SCIENCES MÉDICALES

Chirurgie, Gynécologie, Ophtalmologie.

CHOQUET (J.). — Précis d'Anatomie dentaire 915
RICHET (Paul). — L'Anesthésie localisée par la cocaïne 564

Médecine, Hygiène, Microbiologie médicale.

BERNARD (Léon). — Les méthodes d'exploration de la perméabilité rénale 516
BERNHEIM (Dr). — Conception du mot « hystérie ». Critique des doctrines actuelles 957
BEZANÇON (F.). — Traité d'Hématologie. 614
BRAMWELL (J. Milne). — Hypnotism (its history, practice and theory). 1149
CAMUS (Jean). — Isolement et Psychothérapie. Traitement de l'Hystérie et de la Neurasthénie. Pratique de la rééducation morale et physique 662
CASTEX (E.). — Précis d'Electricité médicale. 516
COURMONT (J.). — Les Leucocytes (technique). 43
FIGARD (L.). — Un médecin philosophe au XVIe siècle. Etude sur la Psychologie de Jean Fernel. 833
GLEY (E.). — Etudes de Psychologie physiologique et pathologique 465
IVERT (A.). — Causeries sanitaires 414
JAVAL (Emile). — Entre aveugles 269
JEANSELME (E.). — Cours de Dermatologie exotique. . 1101
LABBÉ (Marcel). — Le Cytodiagnostic. 100
— Traité d'Hématologie 614
LAVERAN (A.). — Prophylaxie du paludisme 878
— Trypanosomes et Trypanosomiases 1050
LE DAMANY (P.). — Les épanchements pleuraux liquides. 663
LEREDDE (L.-E.). — La nature syphilitique et la curabilité du tabes et de la paralysie générale. . . . 157
LOPEZ (B. Gutierrez). — Contribution à l'étude des serpents venimeux du Venezuela 749
MANSON (Patrick). — Maladies des pays chauds. . . . 708
MESNIL (F.). — Trypanosomes et Trypanosomiases . . 1050
MONTAGARD (V.). — Les Leucocytes (technique) . . . 43
MORACHE (G.). — Naissance et mort. Etudes de Sociobiologie et de Médecine légale. 878
MOSSÉ (A.). — Le diabète et l'alimentation aux pommes de terre. 42
PAGNIEZ (Philippe). — Isolement et Psychothérapie. Traitement de l'hystérie et de la neurasthénie. Pratique de la rééducation morale et physique. . 662
PITTALUGA (Dr Gustavo). — Etudes et recherches sur le Paludisme en Espagne (1901-1903) 915
RAYNAUD (Dr L.). — Documents sur le Nord-Ouest africain. Etude sur l'hygiène et la médecine au Maroc. 270
ROGER (G.-H.). — Introduction à l'étude de la Médecine. 361
ROGUES DE FURSAC (J.). — Manuel de Psychiatrie . . . 205
ROTHSCHILD (Dr H. de). — Le lait à Copenhague . . . 270
— Traité d'hygiène et de pathologie du nourrisson et des enfants du premier âge 749
SABOURAUD (Dr R.). — Les maladies du cuir chevelu. Pityriasis et Alopécies pelliculaires 789
SMOLENSKY (P.). — Traité d'Hygiène 318
TRIPIER (R.). — Traité d'Anatomie pathologique générale 1003

5° SCIENCES DIVERSES

BINET (Alfred). — L'Année psychologique 916
BOURDIAUX (L.). — Histoire de l'Habillement et de la Parure 1101
CARNEGIE (Andrew). — The Empire of business 614
CASTONNET DES FOSSES (Henri). — L'Inde française au XVIIIe siècle. 101
DELAUNAY (H.). — Annuaire international des Sociétés savantes 790
ENCYCLOPEDIA. — The Jewisch Encyclopedia 663
LUBAC (Em.). — Esquisse d'un système de Psychologie rationnelle 878

Mercerron-Vicat. — L. Vicat; sa vie et ses travaux. . 463
Philippar (Ed.-V.). — Contribution à l'étude du Crédit agricole en Algérie 271
Raffalovich (Arthur). — Trusts, Cartells et Syndicats. 790
Snyder (Carl). — New Conceptions in Science 958
Souchon (A.). — Les Cartells de l'Agriculture en Allemagne 43

Thèses pour le Doctorat présentées aux Universités françaises (1903-1904), *et analysées dans la Revue en* 1904.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES

Delaporte (L.-J.). — Essai philosophique sur les Géométries non euclidiennes. 154

2° SCIENCES PHYSIQUES

(*Physique et Chimie.*)

Astruc (A.). — Recherches sur l'acidité végétale . . . 661
Bertrand (Gabriel). — Etude biochimique de la bactérie du sorbose 706
Marie (C.). — Contribution à l'étude des Acides phosphorés dérivés des acétones et des aldéhydes . . 954
Marquis (R.). — Recherches dans la série du Furfurane 876
Vasilesco Karpen (M.-N.). — Recherches sur l'effet magnétique des corps électrisés en mouvement . 953

3° SCIENCES NATURELLES

Bruntz (L.). — Contribution à l'étude de l'excrétion chez les Arthropodes 613
Gard (M.). — Etudes anatomiques sur les vignes et leurs hybrides artificiels 955
Houard (C.). — Recherches anatomiques sur les Galles de tiges; Pleurocécidies. 317
Mandoul (A.-H.). — Recherches sur les colorations tégumentaires 748

4° SCIENCES MÉDICALES

Paris (A.). — Contribution à l'étude des modifications sanguines chez l'enfant diphtérique traité par le sérum antidiphtérique. 205

IV. — ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

Académie des Sciences de Paris.

Séances des 14 décembre 1903 44
— 21 — — 45
— 28 — — 102
— 4 janvier 1904 103
— 11 — — 104
— 18 — — 158
— 25 — — 158
— 1er février — 207
— 8 — — 207
— 15 — — 272
— 22 — — 272
— 29 — — 319
— 7 mars — 362
— 14 — — 362
— 21 — — 416
— 28 — — 416
— 5 avril — 417
— 11 — — 466
— 18 — — 466
— 25 — — 517
— 2 mai — 517
— 9 — — 565
— 16 — — 565
— 24 — — 566
— 30 — — 616
— 6 juin — 617
— 13 — — 664
— 20 — — 665
— 27 — — 709
— 4 juillet — 710
— 11 — — 750
— 18 — — 750
— 25 — — 791
— 1er août — 792
— 8 — — 834
— 16 — — 834
— 22 — — 834
— 29 — — 879
— 5 septembre — 879
— 12 — — 917
— 19 — — 917
— 26 — — 917
— 3 octobre — 959
— 10 — — 959
— 17 — — 1005
Séances des 24 octobre 1904 1005
— 31 — 1052
— 7 novembre — 1052
— 14 — — 1053
— 21 — 1102
— 28 — — 1103
— 5 décembre — 1150
— 12 — — 1150

Académie de Médecine.

Séances des 15 décembre 1903 45
— 22 — — 45
— 29 — — 45
— 5 janvier 1904 104
— 12 — — 104
— 19 — — 209
— 26 — — 209
— 2 février — 273
— 9 273
— 16 — — 319
— 23 — 319
— 1er mars 319
— 8 — — 365
— 15 417
— 22 — 417
— 29 418
— 5 avril 467
— 12 — 467
— 19 — 467
— 26 — — 518
— 3 mai 518
— 10 567
— 17 — 567
— 24 618
— 31 618
— 7 juin — 666
— 14 — — 666
— 21 — — 710
— 28 — — 711
— 5 juillet — 754
— 12 — — 792
— 19 — — 792
— 26 792
— 4 octobre 959
— 11 — 959
— 18 — 1006

Séances des 25 octobre 1904 1006
— 2 novembre — 1053
— 8 — — 1053
— 15 — — 1103
— 22 — — 1103
— 29 — — 1151
— 6 décembre — 1151

Société de Biologie.

Séances des 28 novembre 1903 45
— 5 décembre — 45
— 12 — — 46
— 19 — — 104
— 26 — — 159
— 9 janvier 1904 159
— 16 — — 160
— 23 — — 209
— 30 — — 209
— 6 février — 273
— 13 — — 274
— 20 — — 320
— 27 — — 363
— 5 mars — 418
— 12 — — 418
— 19 — — 418
— 26 — — 467
— 16 avril — 518
— 23 — — 519
— 30 — — 519
— 14 mai — 618
— 21 — — 618
— 28 — — 666
— 4 juin — 667
— 11 — — 711
— 18 — — 711
— 25 — — 712
— 2 juillet — 752
— 9 — — 792
— 16 — — 793
— 23 — — 834
— 22 octobre — 1006
— 29 — — 1006
— 5 novembre — 1054
— 12 — — 1054
— 19 — — 1103
— 26 — — 1104
— 3 décembre — 1151
— 10 — — 1151

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séances des 1er décembre 1903 46
— 5 janvier 1904 160
— 19 — — 210
— 2 février — 274
— 2 mars — 419
— 12 avril — 520
— 3 mai — 618
— 7 juin — 712
— 5 juillet — 793
— 8 novembre — 1054

RÉUNION BIOLOGIQUE DE NANCY

Séances des 14 décembre 1903 160
— 12 janvier 1904 274
— 9 février — 320
— 14 mars — 419
— 19 avril — 567
— 10 mai — 618
— 12 juillet — 835

RÉUNION BIOLOGIQUE DE MARSEILLE

Séances des 23 février 1904 320
— 15 mars — 4 9
— 19 avril — 520
— 17 mai — 667
— 13 juin — 712
— 21 — — 752
— 15 novembre — 1105

Société française de Physique.

Séances des 4 décembre 1903 46
— 18 — — 105
Séances des 15 janvier 1904 160
— 5 février — 210
— 19 — — 275
— 19 — — 320
— 4 mars — 364
— 18 — — 419
— 15 avril — 468
— 6 mai — 567
— 20 — — 618
— 3 juin — 667
— 17 — — 712
— 1er juillet — 753
— 18 novembre — 1104
— 2 décembre — 1152

Société chimique de Paris.

Séances des 11 décembre 1903 47
— 8 janvier 1904 106
— 22 — — 211
— 12 février — 275
— 26 — — 321
— 11 mars — 420
— 22 avril — 520
— 13 mai — 568
— 27 — — 619
— 10 juin — 668
— 24 — — 713
— 11 novembre — 1105
— 25 — — 1153

SECTION DE NANCY

Séances des 20 janvier 1904 161
— 11 juillet — 959

Société Royale de Londres.

Séances des 19 novembre 1903 211
— 26 — — 212
— 30 — — 212
— 3 décembre — 213
— 10 — — 213
— 21 janvier 1904 321
— 28 — — 322
— 4 février — 365
— 11 — — 366
— 11 — — 421
— 11 — — 468
— 18 — — 469
— 18 — — 520
— 25 — — 521
— 3 mars — 521
— 3 — — 568
— 10 — — 569
— 17 — — 620
— 24 — 620
— 28 avril — 621
— 28 — — 669
— 5 mai — 669
— 5 — — 714
— 19 — — 714
— 2 juin — 715
— 2 — — 753
— 2 — — 1105
— 9 — — 793
— 9 — — 835
— 16 — — 836
— 16 — — 917
Communications reçues pendant les vacances 918

Société de Physique de Londres.

Séances des 11 décembre 1903 106
— 22 janvier 1904 162
— 12 février — 276
— 26 — — 322
— 11 mars — 422
— 25 — — 470
— 22 avril — 569
— 6 mai — 569
— 27 — — 621
— 10 juin — 671
— 24 — — 715
— 28 octobre — 1054

Séances des 11 novembre 1904 1106
— 25 — — 1154
— 9 décembre — 1154

Société de Chimie de Londres.

Séances des 3 décembre 1903 47
— 16 — — 106
— 20 janvier 1904 213
— 4 février — 276
— 17 — — 323
— 3 mars — 366
— 16 — — 422
— 23 — — 470
— 20 avril — 522
— 5 mai — 569
— 18 — — 622
— 2 juin — 671
— 15 — — 716
— 15 — — 754
Communications reçues pendant les vacances. . 1055, 1106
Séances des 3 novembre 1904 1106
— 16 — — 1154
— 1er décembre — 1155

Société anglaise des Industries chimiques.

SECTION CANADIENNE

Séances des 18 novembre 1903 48
— 18 février 1904 470
— 25 mars — 570

SECTION D'ÉCOSSE

Séances des 1er décembre 1903 716
— 23 février 1904 367
— 19 janvier — 422
— 23 février — 522

SECTION DE LIVERPOOL

Séances des 25 novembre 1903 48
— 27 janvier 1904 422
— 24 février — 422
— 27 avril — 716

SECTION DE LONDRES

Séances des 7 décembre 1903 162
— 4 janvier 1904 277
— 1er février — 367
— 22 — — 367
— 7 mars — 522
— 11 avril — 622
— 2 mai — 671
— 6 juin — 836
— 7 novembre — 1107

SECTION DE MANCHESTER

Séances des 4 décembre 1903 162
— 8 janvier 1904 277
— 5 février — 470
— 4 mars — 622

SECTION DE NEWCASTLE

Séance des 3 décembre 1903 107
— 5 novembre — 163
— 18 janvier 1904 277
— 4 février — 367
— 20 mai — 716

SECTION DE NEW-YORK

Séances des 20 novembre 1903 107
— 12 novembre — 214
— 20 — — 214
— 22 janvier 1904 367
— 19 février — 422
— 25 mars — 622
— 22 avril — 622
— 21 octobre — 1107

SECTION DE NOTTINGHAM

Séances des 25 novembre 1903 48
— 27 janvier 1904 367
— 24 février — 422, 522
— 30 mars — 622, 716
— 27 avril — 622
— 24 octobre — 1107

SECTION DE SYDNEY

Séances des 16 décembre 1903 214
— 10 août 1904 1007

SECTION DU YORKSHIRE

Séances des 14 décembre 1903 214
— 25 janvier 1904 . . . . . 423, 622
— 22 février — 570
— 21 mars — 570
— 18 avril — 570, 622
— 31 octobre — 1107

Académie des Sciences de Berlin.

Séances des 10 décembre 1903 214
— 7 janvier 1904 214
— 21 — — 323
— 4 février — 367
— 18 — — 423
— 3 mars — 423
— 10 — — 423
— 17 — — 423
— 24 — — 470
— 14 avril — 570
— 21 — — 755
— 28 — — 755
— 5 mai — 755
— 19 — — 794
— 9 juin — 794
— 7 juillet — 794
— 28 — — 879, 918

Société allemande de Physique.

Séances des 27 novembre 1903 48
— 11 décembre — 107
— 8 janvier 1904 163
— 22 — — 277
— 5 février — 277
— 19 — — 324
— 4 mars — 470
— 18 — — 523
— 15 avril — 571
— 29 — — 623
— 13 mai — 672
— 3 juin — 795
— 1er juillet — 795, 879
— 21 septembre — 1107
— 14 octobre — 1107
— 28 — — 1108

Académie des Sciences de Vienne.

Séances des 19 novembre 1903 50
— 3 décembre — 107
— 10 — — 163
— 17 — — 163
— 7 janvier 1904 278
— 14 — — 278
— 27 — — 278
— 4 février — 324
— 11 — — 367
— 18 — — 368
— 3 mars — 471
— 10 — — 471
— 17 — — 471
— 21 avril — 624
— 28 — — 624
— 5 mai — 672
— 13 — — 672
— 6 octobre — 1008
— 13 — — 1008
— 20 — — 1055

Séances des 3 novembre 1904 1108
— 10 — — 1108
— 17 — — 1156

Académie des Sciences d'Amsterdam.

Seances des 31 octobre 1903 50
— 28 novembre — 108
— 28 — — 164
— 19 décembre — 164
— 19 — — 215
— 30 janvier 1904 279
— 30 — — 324
— 27 février — 423
— 19 mars — 471
— 23 avril — 524
— 23 — — 571
— 28 mai — 755
Séances des 28 mai 1904 . . . . . 79[illegible]
— 25 juin — 919
— 24 septembre — 1008
— 24 — — 1055
— 29 octobre — . . . . . 11[illegible]

Académie Royale des Lincei.

Séances de novembre 1903 49
— décembre — 278
— janvier 1904 278
— février — 368
— mars — 23
— avril — 623
— mai et juin — . . . . . 79[illegible]
Communications de juillet et d'août — 880
Communications de septembre et d'octobre — 1007

TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME XV DE LA REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES[1]

A

Abeilles. — Les abeilles et les fleurs 331
Absorption. — Sur des bandes de dispersion dans les spectres d'absorption 755
— L'absorption des gaz par le charbon aux très basses températures 884
Académie. — Election à l'Académie des Sciences de Paris 53, 425, 473, 625, 1009. 1057
Accumulateur. — L'accumulateur Edison. 798
— L'eau salée, accumulateur de la chaleur solaire . 1060
Acétyléniques. — Dérivés acétyléniques **198**
— Les recents travaux sur les composés acétyléniques **722**
Acide. — Synthèse totale de l'acide camphorique. . . 55
— L'acide sulfhydrique dans les fermentations alcooliques 577
— Contribution à l'étude des acides phosphorés dérivés des acétones et des aldéhydes 954
Acide urique. — L'influence de l'alimentation sur l'excrétion de l'acide urique à l'état normal et chez le goutteux 528
Acidité. — Recherches sur l'acidité végétale 661
Aciers. — Les applications des aciers au nickel. Théorie des aciers au nickel. 1000
Actinium. — L'actinium et l'émanium 964
Adrénaline. — La constitution de l'épinéphrine (adrénaline) 327
Aeolides. — Recherches sur les Nématocytes des Aeolides 212
Aérodrome. — L'Aérodrome de la Tour Eiffel 1
Afrique. — La conquête économique de l'Afrique par les voies ferrées. **251**
— Une carte de l'Afrique occidentale française . . 285
— La culture du coton dans l'Afrique occidentale anglaise 632
— Essai sur la psychologie des races nègres de l'Afrique tropicale. 1re partie : Sensibilité et affectivité. **638**
— Deuxième partie : Intellectualité. **679**
— Exploration de l'Afrique tropicale **918**
— Etudes sur l'Afrique. Soudan oriental, Ethiopie, Afrique équatoriale, Afrique du Sud. 1002
Agrégation. — L'Agrégation de l'Enseignement secondaire et le Doctorat. 114
— Agrégation de Médecine. 575
— Agrégation de Pharmacie 575
— La réforme des Agrégations de l'Enseignement secondaire 790
— Agrégation des Facultés de Médecine 841
Agriculture. — Les écoles pratiques d'Agriculture . 580
— Dictionnaire manuel illustré d'Agriculture . . 707
— Les plaies de l'Agriculture. 788
— Les engrais potassiques; leur application rationnelle en Agriculture. 872
Aiguille. — Variation de l'aiguille aimantée 1059
Air. — Les injections hypodermiques d'air atmosphérique 1061
Air liquide. — Transport d'air liquide 1
Alcool. — L'usage de l'alcool dans les climats tropicaux 112
— Leçons sur les moteurs d'automobiles et les applications industrielles de l'alcool au chauffage, à l'éclairage et à la force motrice 202
Aldéhydes. — Synthèses d'aldéhydes 219
Algèbre. — Vorlesungen über Algebra. 39
— Encyclopædie der Elementar-Mathematik. Tome I : Elementar-Algebra und Analysis. 266
Algérie. — L'esprit scientifique dans l'expansion commerciale de l'Algérie **132**
— Contribution à l'étude du Crédit agricole en Algérie. 270
— L'Algérie 1050
Alimentation. — Le sucre et le vin dans l'alimentation du soldat 373
— Le sucre dans l'alimentation. 427
— L'influence de l'alimentation sur l'excrétion de l'acide urique à l'état normal et chez le goutteux. 528
— De l'influence de la température extérieure sur l'alimentation. Recherches expérimentales sur le pigeon 956
— Analyse des matières alimentaires et recherche de leurs falsifications 1099
Allemagne. — L'insolation en Allemagne. 797
Alliages. — Certaines propriétés des séries d'alliages d'argent et de cadmium 366
— Le magnétisme des alliages du manganèse . . . 924
Alopécies. — Les maladies du cuir chevelu. Pityriasis et Alopécies pelliculaires 789
Ammoniaque. — La décomposition de l'ammoniaque par la chaleur. 918
Analyse chimique. — Les analyses agricoles par volumétrie gazeuse **351**
— Analyse des matières alimentaires et recherche de leurs falsifications. 1099
Analyse mathématique. — Cours d'Analyse de l'Ecole Polytechnique. 202
— Encyclopædie der Elementar-Mathematik. Tome I : Elementar-Algebra und Analysis. 266
— Cours d'Analyse. Compléments du Calcul intégral. Fonctions analytiques et elliptiques, Equations différentielles 1047
Anatomie. — Précis d'Anatomie dentaire 915
— Traité d'Anatomie pathologique générale 1003
— Revue annuelle d'Anatomie **1083**
Anémie. — L'anémie des mineurs 799
Anesthésie. — L'Anesthésie localisée par la cocaïne . 564
— Sur certaines propriétés physiques et chimiques de solutions de chloroforme dans l'eau, les solutions salines, le sérum et l'hémoglobine. Contribution à la chimie de l'anesthésie 669
— Les anesthésiques locaux **850**
Angiospermes. — La double fécondation chez les Angiospermes. **861**
Ankylostome. — Pénétration des larves d'Ankylostome à travers la peau 965
Antarctique. — L'Exploration antarctique **945**
Anti-toxines. — La physico-chimie des toxines et anti-toxines. **633**
Apocynées. — Notes sur quelques Apocynées laticifères de la flore du Congo 915
Appendicite. — Etiologie de l'appendicite 58
— Appendicite et syphilis 887
— Les origines et la prophylaxie de l'appendicite . . 965
Argent. — Une détermination de l'équivalent électrochimique de l'argent 164
Armée. — Le Service de Santé dans l'Armée japonaise. 327
Arthropodes. — Contribution à l'étude de l'excrétion chez les Arthropodes 613

[1] Les **chiffres gras** reportent aux articles originaux.

Ascension. — La mesure de l'ascension droite des astres et l'usage des mires méridiennes 910
Ascomycètes. — La formation des œufs chez les Ascomycètes 7
— Formation de l'épiplasme chez les Ascomycètes . 577
Asie. — L'Asie inconnue. I. Dans les sables de l'Asie. II. Vers la ville interdite 832
— Le desséchement de l'Asie. 1013
Asie-Mineure. — La rénovation de l'Asie-Mineure et le commerce français dans le Levant. 1112
Association. — Association des Anatomistes. 374
Atmosphère. — Les atmosphères des planètes 217
— Sur les ions de l'atmosphère. 1133
Aurores. — Causes de la variation annuelle des tempêtes magnétiques et des aurores 917
Australie. — Western Australia. 954
Automobiles. — Leçons sur les moteurs d'automobiles et les applications industrielles de l'alcool au chauffage, à l'éclairage et à la force motrice. 202
— Les moteurs à essence pour automobiles. 910
— L'Aide-mémoire de l'automobile. 1051
— Le tourisme en automobile 1146
Automobilisme — L'automobilisme au Salon de 1903 . **30**
Aveugles. — Entre aveugles 269
Azote. — Recherches sur les compressibilités de l'oxygène, de l'hydrogène, de l'azote et de l'oxyde de carbone entre une atmosphère et une demi-atmosphère de pression, et sur les poids atomiques de ces éléments. 421

B

Bactéries. — Le noyau des bactéries et sa division . 577
— Etude biochimique de la bactérie du sorbose . . 706
— Biologie générale des bactéries 1002
Balistique. — Traité de Balistique extérieure 786
Ballons. — La stabilité longitudinale des ballons automobiles 627
— La stabilité longitudinale des ballons automobiles. Solution du problème de la navigation aérienne . 837
Bandes. — Sur des bandes de dispersion dans les spectres d'absorption 755
Baromètre. — Un nouveau baromètre enregistreur . . 1104
Benzène. — Sur la substitution dans le noyau du benzène 472
Betterave. — Influence du milieu sur la composition de la betterave à sucre 283
Bile — Secrétion physiologique de la bile et du suc intestinal 373
Biologie. — Nociones de Biologia 915
Biréfringents. — Corps biréfringents artificiels à composants isotropes 718
Blanchiment. — Traité de la fabrication des matières de blanchiment 98
Bolivie. — Les lacs des hauts plateaux boliviens . . 1061
Boll Weevil. — Le Boll Weevil du cotonnier 926
Botanique. — Revue annuelle de Botanique **859**
Brasserie. — Brasserie et malterie 832
Brouillards. — Conditions atmosphériques des brouillards 837

C

Cables. — Manuel élémentaire pratique de mesures électriques sur les Câbles sous-marins. 267
— Les Câbles sous-marins. I. Fabrication. II. Travaux en mer 1098
Cacao. — A treatise on cacao. 662
Café. — Contribution à l'étude du café au Venezuela. 877
Caisse. — La Caisse des recherches scientifiques. . . 223
Camphre. — Synthèse totale de l'acide camphorique . 55
Canal. — Le canal des Deux-Mers. 631
Cancer. — Revue annuelle de Chirurgie. Traitement du cancer. **34**
— Traitement du cancer du sein par la castration ovarienne 222
— Recherches sur la distribution zoologique, la nature des mitoses et la transmissibilité du cancer . 322
— L'inoculation aux rats du microbe du cancer . . . 428
— Le cancer des souris 1112
Caoutchouc. — Les Plantes à caoutchouc et à gutta. 41
Capacité. — Capacité électrostatique des tubes remplis de gaz raréfiés 676
Carbone. — Atome de carbone trivalent **201**
Carte. — Une carte de l'Afrique occidentale française. 285
Cartells. — Les Cartells de l'Agriculture en Allemagne. 43
Cartells. — Trusts, cartells et syndicats 790
Caryocinèse. — La Caryocinèse **1084**
— Sur la caryocinèse dans le sac embryonnaire de *Fritillaria imperialis* L. 1156
Castration. — Traitement du cancer du sein par la castration ovarienne 222
Catalyse. — Photographie par catalyse 47
— Méthodes catalytiques de MM. Sabatier et Senderens **197**
Cellule. — Revue annuelle d'Anatomie. La cellule. . **1082**
Centre. — Existence d'un centre distinct de l'écriture . 112
Centrioles. — Centrosome et centrioles, granulations basilaires, plateaux **1084**
Centrosome. — Centrosome et centrioles, granulations basilaires, plateaux **1084**
Chaire. — Une Chaire de Physique générale à la Sorbonne 10
Chalands. — Les chalands de mer et le commerce maritime 927
Chaleur. — Les chaleurs spécifiques des métaux et la relation de la chaleur spécifique au poids atomique 620
— L'eau salée, accumulateur de la chaleur solaire . 1060
Champ. — Sur l'effet électrique de rotation d'un diélectrique dans un champ magnétique 715
Champignons. — Origine du parasitisme chez les champignons 365
Charbon. — L'absorption des gaz par le charbon aux très basses températures 884
Chari. — Chari et Tchad **948**
Chaux. — Chaux, ciments et mortiers 41
Chemins de fer. — Rampes moyennes et fortes dans les chemins de fer électriques. 1111
Chimie. — Introduction à l'étude de la Chimie végétale et agricole 98
— Revue annuelle de Chimie organique. **195**
— Traité de Chimie Industrielle 413
— Une revue nouvelle : le « Journal de Chimie Physique » 527
— Tratado de Quimica Biologica 562
— La Chimie dans l'enseignement secondaire . . . **695**
— Les principes scientifiques de la Chimie analytique. 1147
Chirurgie. — Revue annuelle de Chirurgie. **34**
Chlorophylle. — La chlorophylle et ses fonctions. . **869**
Chlorose. — Chlorose et tuberculose 1013
Choléra. — L'épidémie cholérique de la Chine septentrionale. 1112
Chronomètres. — L'isochronisme des chronomètres . 798
— L'industrie des chronomètres 1059
Chute. — Déviation vers l'Est des corps en chute libre 4
— Utilisation des chutes d'eau pour la production de l'Energie électrique. Applications aux usages agricoles 660
Chypre. — Le climat de l'île de Chypre. 962
Ciments. — Chaux, ciments et mortiers 41
Classiques. — Les « classiques » et les « modernes » en Angleterre. 173
Climat. — Le climat de l'île de Chypre 962
Climatologie. — Le tracé des courbes en climatologie. 628
Coagulation. — Rôle du contact du sang avec les corps étrangers dans la coagulation de ce liquide. 220
Cocaïne. — L'anesthésie localisée par la cocaïne. . . 564
Cœur. — Le massage du cœur à nu 721
Cohéreurs. — Propriétés des cohéreurs associés. . . 275
— Sur les cohéreurs à oxyde chaud 798
Cohésion diélectrique. — Influence de la température sur la cohésion diélectrique des gaz 46
— Sur la cohésion diélectrique de la vapeur de mercure, de l'argon et de leurs mélanges 753
Coléoptères. — Coléoptères 99
Colloïdes. — Recherches sur les Colloïdes. 103
— Application de la règle des phases à l'étude de la précipitation des colloïdes. 419
— L'état actuel de nos connaissances sur les colloïdes. 1re partie : Préparation et propriétés des solutions colloïdales; énergie de liaison entre le colloïde et le solvant **1015**
— 2e partie : Affinité des solutions colloïdales . . . **1066**
— 3e partie : Statique chimique des solutions colloïdales. Application des lois de l'équilibre aux systèmes colloïdaux. **1129**
Colonisation. — La colonisation et l'apprentissage colonial. **740**
Coloration. — Coloration vitale des tissus pour augmenter la pénétration et favoriser l'action curative des rayons chimiques. 284

Coloration. — Recherches sur les colorations tégumentaires 748
Combustion. — Retard de combustion par l'oxygène . 918
Comètes. — Comètes hyperboliques 757
— Spectre de la comète c 1903 837
— La force répulsive du Soleil sur les comètes. . . 923
Commerce. — Les chalands de mer et le commerce maritime 927
— La rénovation de l'Asie-Mineure et le commerce français dans le Levant 1112
Compléments. — Sur les propriétés de combinaison des compléments du sérum et sur les complémentoïdes 794
Composés. — Composés non saturés et radicaux négatifs **440**
Compressibilité. — La compressibilité de quelques solides 521
Condensation. — Traité de la condensation 560
Conducteur. — Sur la charge électrique que prend un conducteur métallique isolé sous l'action d'un cylindre métallique 964
Conductivité. — L'influence des phénomènes psychiques et physiologiques sur la conductivité électrique du corps humain 1110
Conférences. — Conférences de la Société des Amis de l'Université 10
— Une conférence coloniale à l'Université de Leipzig. 113
Congo. — Notes sur quelques Apocynées laticifères de la flore du Congo 915
Congrès. — Comptes rendus du Congrès de la Houille blanche 359
— Le Congrès international de Zoologie de Berne . 531
— Le XIVe Congrès des médecins aliénistes et neurologistes de France et des pays de langue française 886
— Les sections de Philosophie et d'Histoire des Sciences au deuxième Congrès international de Philosophie 921
— Le troisième Congrès international des Mathématiciens 961
— Le LXXVe Congrès des Naturalistes et Médecins allemands **1141**
Coniques. — Sur une congruence de coniques d'ordre et de classe deux 1155
Conseil. — Conseil Académique et Conseil de l'Université de Paris 10
Constantes. — Constantes physiques aux basses températures. 1° Densité de l'oxygène, de l'azote et de l'hydrogène solides 620
Constantine. — L'Exposition minière de Constantine. **702**
Consultations. — La question des consultations de nourrissons 840
Convention sanitaire. — Nouvelle Convention sanitaire internationale 8
Cordel. — Effets de la réunion du nerf cervical sympathique avec la corde tympanique 366
Corée. — La Corée et ses habitants 429
Corindon. — L'industrie du corindon comme matière usante 1109
Corps. — La figure des corps célestes 165
— L'influence des phénomènes psychiques et physiologiques sur la conductivité électrique du corps humain 1110
Corps vitré. — Signification et origine du corps vitré **1092**
Coton. — La question du coton 529
— La culture du coton dans l'Afrique occidentale anglaise 632
Cotonnier. — Le Boll Weevil du cotonnier 926
Couleurs. — Couleurs dans les verres métalliques et les pellicules métalliques 715
Une nouvelle méthode d'obtention de la photographie des couleurs 883
Couleuvre. — Action physiologique et antidotes des venins de la couleuvre et de la vipère 211
Courant. — Les essais de traction à courant alternatif simple en Italie 218
— Expérience montrant la production spontanée de courants alternatifs de fréquence élevée au moyen du téléphone 275
Pratique des essais de machines électriques à courant continu et alternatif 706
— Leçons sur les méthodes de mesures industrielles des courants continus 747
— Nouveaux fréquencemètres pour courants industriels 758
Essais comparatifs sur les courants continus et alternatifs à haute tension 925
Courant. — Phénomènes fondamentaux et principales applications du courant alternatif 1147
Courbes. — Une relation de réalité se rapportant aux courbes planes réelles et imaginaires à singularités supérieures 471
Crédit. — Contribution à l'étude du crédit agricole en Algérie 270
Cristaux. — Les cristaux de neige 882
Croissance. — Revue annuelle d'Embryologie. 1re partie. Croissance et développement. Métamorphoses. **86**
Cynipides. — Monographie des Cynipides d'Europe et d'Algérie 99
Cytodiagnostic. — Le cytodiagnostic 100
Cytologie. — Cytologie générale **1085**

D

Décharge. — Recherches sur la décharge disruptive à très haute tension 275
Déchloruration. — La déchloruration chez les Arabes. 631
Déformations. — Sur les déformations des solides . . **115**
— A propos de la déformation des solides. . . 217, 325
— L'influence des déformations sur l'électricité de frottement 218
Densités. — Constantes physiques aux basses températures. I. Densités de l'oxygène, de l'azote et de l'hydrogène solides 620
Dermatologie. — Cours de dermatologie exotique . . 1101
Dermatomes. — Sur la fonction et la structure des dermatomes du torse 51
— Sur l'accroissement des champs latéraux des dermatomes du torse sur la partie caudale de l'extrémité supérieure 167
Dessèchement. — Le dessèchement de l'Asie 1013
Détecteur. — L'effet enregistré par le détecteur magnétique 160
— Détecteur électrolytique des ondes hertziennes . 1110
Développement. — Revue annuelle d'Embryologie. 1re partie. Croissance et développement. Métamorphoses **86**
Diabète. — Le diabète et l'alimentation aux pommes de terre 42
Diélectrique. — Sur l'effet électrique de rotation d'un diélectrique dans un champ magnétique 715
Dilatation. — Dilatation et transformation magnétique du nickel 675
Diphtérie. — La transmission de la diphtérie par l'eau 677
Diplômes. — Diplômes d'études supérieures 927
Dispersion. — Sur la dispersion rotatoire magnétique anomale 109
— Les théories solaires et la dispersion anomale . . **180**
— Bandes de dispersion dans les spectres de « δ Orionis » et « Nova Persei » 1155
Distance explosive. — Sur la distance explosive entre les surfaces chargées électriquement 669
Distillerie. — Les moûts et les vins en distillerie . . 317
Distributions. — Les distributions à changement de marche avec tiroir unique 358
Doctorat. — L'Agrégation de l'Enseignement secondaire et le Doctorat 114
Dominique. — Dominica, a fertile island 707
— Le lac bouillant de la Dominique 886
Drainages. — Irrigations et drainages 1099
Dysenterie. — Le bacille de la dysenterie 328

E

Eaux. — Les eaux de Paris, Versailles et la banlieue. 317
— La transmission de la diphtérie par l'eau 677
— Dangers de l'eau de source 760
— L'étude des eaux courantes souterraines par l'emploi des matières colorantes (fluoresséine). . . . 876
— Emanation radio-active contenue dans les eaux de source 1011
— L'eau salée, accumulateur de la chaleur solaire. . 1060
Eclairage. — Traité pratique des installations d'éclairage électrique 787
Ecoles. — Prophylaxie des maladies contagieuses dans les Ecoles d'Italie 171
— La préparation aux écoles techniques supérieures. **299**
— L'Ecole centrale et l'enseignement supérieur des sciences 530
— La réorganisation de l'Ecole Normale Supérieure. 130
— A l'Ecole Polytechnique 531
— Les Ecoles pratiques d'Agriculture 580

Écoles. — La tuberculose dans les Ecoles parisiennes. Prophylaxie et traitement 721
— La prophylaxie dans les salles d'école par l'emploi d'huile adhésive sur les planchers. 887
— L'examen d'entrée à l'Ecole Polytechnique. . . . 966
Ecorce. — La distribution des éléments chimiques dans l'écorce terrestre. Introduction à la Géologie chimique. **386**
Effet. — Recherches sur l'effet magnétique des corps électrisés en mouvement 953
Electricité. — Electricité industrielle 155
— Manuel théorique et pratique d'Electricité 203
— Influence des déformations sur l'électricité de frottement 218
— Les générateurs d'électricité à l'Exposition universelle de 1900. 316
— L'Electricité industrielle mise à la portée de l'ouvrier 413
— Précis d'Electricité médicale. 516
— Electricity and Magnetism. An elementary textbook, theoretical and practical 911
Electrodes. — Sur la polarisation des électrodes . . . 667
Electrolytes. — Théorie des électrolytes amphotères. 469
Electromagnétique. — Les phénomènes électromagnétiques dans un système se mouvant avec une vitesse quelconque, inférieure à celle de la lumière. 524
Eléments. — La distribution des éléments chimiques dans l'écorce terrestre. Introduction à la Géologie chimique. **386**
Elimination. — La fréquence du pouls et l'élimination urinaire. Oligurie et Tachycardie **310**
Emanations. — La loi de Dalton-Henry et l'absorption des émanations radio-actives 527
— L'émanation du radium, ses propriétés et ses changements **581**
— Expériences sur l'émanation du bromure de radium 629
— Emanations du radium 917
— Emanation radio-active contenue dans les eaux de source 1011
Emanium. — L'actinium et l'émanium 964
Embryologie. — Revue annuelle d'Embryologie. 1re partie. Croissance et développement. Métamorphoses. **86**
— 2e partie. Recherches sur l'œuf. Technique embryologique **111**
Encyclopedie. — The Jewisch Encyclopedia 663
Energie. — Conservation et utilisation de l'énergie. 1re partie : Principes généraux **584**
2e partie : Applications et analogie mécanique . . **652**
— Utilisation des chutes d'eau pour la production de l'énergie électrique. Application aux usages agricoles 660
Engrais. — Présence du perchlorate dans le nitrate de soude employé comme engrais 169
— Les engrais potassiques; leur application rationnelle en Agriculture. 832
Enseignement. — L'enseignement supérieur des sciences. **287**
— L'Ecole Centrale et l'enseignement supérieur des sciences 430
— Les exercices pratiques de Mathémathiques dans l'enseignement secondaire. **431**
— Les Sciences mathématiques et physiques dans l'enseignement secondaire. **498**
— Les Mathématiques dans l'enseignement secondaire. 530
— La Chimie dans l'enseignement secondaire . . . **695**
— La réforme des agrégations de l'enseignement secondaire 799
— Les livres pour l'enseignement secondaire et universitaire aux Etats-Unis 1114
Entropie. — L'Entropie, ou la Thermodynamique au point de vue de l'Ingénieur et la réversibilité en Thermodynamique 830
Enzymes. — Action des enzymes. 572
— Etude sur l'action enzymatique. Effet des poisons sur la vitesse de décomposition du peroxyde d'hydrogène par l'hémase. 1105
Epanchements. — Les épanchements pleuraux liquides. 663
Epilepsie. — Recherches chimiques sur la pathogénie des symptômes de l'épilepsie 111
Epinéphrine. — La constitution de l'épinéphrine (adrénaline) 327
Epiplasme. — Formation de l'epiplasme chez les Ascomycètes 577
Epithéliome. — Conjugaison du noyau de repos dans un épithéliome de la souris. 366
Equations. — Les problèmes aux limites relatifs aux équations aux dérivées partielles et aux équations différentielles du second ordre 1
Equilibre. — Teoria matematica dell' equilibrio dei corpi elastici 831
Equivalent. — Une détermination de l'équivalent électrochimique de l'argent 164
Ergographie. — Idées nouvelles en ergographie : 1° La fatigue musculaire **774**
— 2° La fatigue nerveuse **824**
Erysiphacée. — Expériences culturales avec des « formes biologiques » d'Erysiphacées 365
Escargot. — Les sens de l'Escargot. 7
Espagne. — Etudes et recherches sur le paludisme en Espagne (1901-1903) 915
Esperanto. — Quelques observations sur l'Esperanto. 58, 223
Estomac. — Un nouveau procédé de traitement des affections de l'estomac. 374
— Forme et situation de l'estomac **1093**
Etat. — L'état cristallin et le point critique 1010
Etat critique. — L'équilibre entre une substance solide et une phase liquide, principalement à la proximité de l'état critique. 51, 108
Etats-Unis. — La toponymie des Etats Unis **911**
— Les livres pour l'enseignement secondaire et universitaire aux Etats-Unis 1114
Ether. — L'influence de l'éther sur le forçage des plantes 327
— Sur une conception chimique de l'éther 710
Ether diméthylacétylacétique. — Action de l'acide nitrique sur l'éther diméthylacétylacétique. . . . 6
Ethiopie. — Ethiopie méridionale **919**
Etoile. — L'étoile variable de δ Céphée 1
— Classification thermique des étoiles 469
— Sur la relation entre les spectres des taches solaires et des étoiles 836
— L'étoile rouge des Pléiades 962
Evolution. — Les hypothèses cinétiques et la loi de l'évolution **815**
Excrétion. — Contribution à l'étude de l'excrétion chez les Arthropodes 613
Expédition. — L'Expédition Peary au nord du Grönland (1898-1902) 328
— Les résultats scientifiques de l'Expédition antarctique du Dr Nordenskjöld 477
— Les résultats scientifiques de l'Expédition antarctique écossaise Bruce 678
— L'Expédition antarctique anglaise de la « Discovery » 887
Exposition. — L'Exposition minière de Constantine . **702**
Explosifs. — Les progrès de la technique des matières explosives depuis le développement de la Chimie organique. **801**

F

Fatigue. — Idées nouvelles en ergographie. 1re partie : La fatigue musculaire. **774**
— 2e partie : La fatigue nerveuse **824**
Fécondation. — La double fécondation chez les Angiospermes **861**
Fer. — Manuel théorique et pratique de la métallurgie du fer 1147
Fermentation. — L'acide sulfhydrique dans les fermentations alcooliques 577
Fièvre typhoïde. — A propos de la prophylaxie de la fièvre typhoïde dans l'armée. 9
— Un nouveau moyen de diagnostic de la fièvre typhoïde. 328
Flammes. — Sur les spectres de flammes 836
Fleurs. — Les abeilles et les fleurs **331**
Fluxmètre. — Fluxmètre 420
Folie. — Distribution géographique de la folie aux Etats-Unis 476
Fonctions. — Leçons élémentaires sur la Théorie des Fonctions analytiques. 97
— Le genre des fonctions entières 573
— Théorie nouvelle des fonctions 705
— Leçons sur l'intégration et la recherche des fonctions primitives. 952
Forçage. — L'influence de l'éther sur le forçage des plantes 327
Force motrice. — Installation d'une force motrice au gaz de haut-fourneau aux usines métallurgiques d'Ilsede (Allemagne) 526
Fracture. — Une fracture professionnelle 328
France. — L'Architecture du sol de la France. 156
— Géographie agricole de la France et du Monde . . 717
Fréquence-mètres. — Nouveaux fréquence-mètres pour

courants ondulatoires. 758
Froid. — Le pôle de froid. 923
Furfurane. — Recherches dans la série du furfurane. 876

G

Galactanes. — Digestion des mannanes et des galactanes par la séminase 220
Galles. — Recherches anatomiques sur les galles de tiges ; Pleurocécidies 317
Galvanomètre. — Quelques applications du galvanomètre à corde 472
— Méthode nouvelle d'extinction des oscillations d'un galvanomètre 1055
Gaz. — Le gaz à l'eau et ses principales applications. **71**
Génération. — La génération spontanée. **104**
Gênes. — Gênes et Marseille. 841
Géodésie. — L'état actuel de la Géodésie. **376**
Géographie. — Géographie agricole de la France et du Monde 414
— Revue annuelle de Géographie. **941**
Géologie. — Géologie pittoresque 360
— La distribution des éléments chimiques dans l'écorce terrestre. Introduction à la Géologie chimique **386**
— La structure géologique de la Guinée française. **767**
— La chaire de Géologie à la Sorbonne. **842**
Géométrie. — Essai philosophique sur les Géométries non euclidiennes 154
— Aufgaben aus der niederen Geometrie. 910
— Der geometrische Vorkursus in schulgemässer Darstellung. 1000
— Cours de Géométrie descriptive 1146
Géotropisme. — Théorie statolithique du géotropisme. 793, **866**
Gisements. — Traité des gisements métallifères . . . 613
Glace. — Les saints de glace 797
Glande. — La glande interstitielle du testicule des Mammifères 169
— Combustions intra-organique dans les glandes à l'état de repos et d'activité 220
— Les glandes lymphatiques dans la maladie du sommeil. 670
— Les « glandes hémolymphatiques » **1095**
Gouttes. — Electrisation négative des gouttes d'eau. 109
Goutteux. — L'influence de l'alimentation sur l'excrétion de l'acide urique à l'état normal et chez les goutteux 528
— Traitement chirurgical de la goutte 1061
Grandeurs. — Evaluation numérique des grandeurs géométriques 358
— Einleitung in die allgemeine Theorie der algebraischen Grössen 1000
Grèce. — L'existence du Jurassique supérieur et de l'Infracrétacé en Grèce 798
Greffe thyroïdienne. — La greffe thyroïdienne chez l'homme 573
Grenouille. — Les animaux de laboratoire ; la grenouille 515
Grönland. — L'expédition Peary au nord du Grönland (1898-1902). 328
Groupes de transformations. — Leçons élémentaires sur la théorie des groupes de transformations . . 1098
Guinée. — La délimitation de la Guinée française ; mission du Dr Maclaud 222
— La structure géologique de la Guinée française. . **767**
Gutta. — Les plantes à caoutchouc et à gutta 41

H

Habillement. — Histoire de l'habillement et de la parure 1101
Harmoniques. — Expériences illustrant l'existence des harmoniques inférieures 917
Haut-fourneau. — Installation d'une force motrice au gaz de haut-fourneau aux usines métallurgiques d'Ilsede (Allemagne). 526
— Le refroidissement de l'air destiné au soufflage des hauts-fourneaux 1059
Hélium. — Recherches sur la production de l'hélium aux dépens du radium 621
Hémase. — Etude sur l'action enzymatique. Effet des poisons sur la vitesse de décomposition du peroxyde d'hydrogène par l'hémase. 1105
Hématologie. — Traité d'Hématologie 614
Hémicraniose. — L'hémicraniose 111
Hémodiagnostic. — L'hémodiagnostic en chirurgie. . **35**
Hérédité. — Les recherches expérimentales sur l'hérédité mendélienne **303**
— Critérium entre les diverses théories de l'hérédité. 620
Hereros. — Les Hereros 113
Heure. — L'heure française et l'heure mondiale . . . 573
Himalaya. — Six mois dans l'Himalaya, le Karakorum et l'Hindu-Kush 661
Histogenèse. — Les tissus de remplacement. L'histogenèse **1031**
Histoire des sciences. — Les sections de Philosophie et d'Histoire des Sciences au 2e Congrès internationale de Philosophie 921
Histologie. — Atlas zur vergleichenden Histologie der Wirbeltieren nebst erlaütern tem Texte 877
Histolyse. — Les tissus de remplacement. 1re partie : L'Histolyse **968**
Hopitaux. — Hôpitaux français d'enfants tuberculeux. 222
Houille blanche. — Comptes rendus du Congrès de la Houille blanche 359
Huile. — L'industrie oléicole en Algérie. 2e partie. Fabrication et propriétés de l'huile. **547**
— L'industrie oléicole. Fabrication de l'huile d'olive. 1049
Hybrides. — Etudes anatomiques sur les vignes et leurs hybrides artificiels 955
Hydrogène. — Recherches sur les compressibilités de l'oxygène, de l'hydrogène, de l'azote et de l'oxyde de carbone entre une atmosphere et une demi-atmosphère de pression, et sur les poids atomiques de ces éléments. 421
Hygiène. — Traité d'Hygiène 318
— Traité d'hygiène et de pathologie du nourrisson et des enfants du premier âge. 1re partie 749
Hypertrophie prostatique. — Traitement de l'hypertrophie prostatique. **38**
Hypothèses. — Les hypothèses cinétiques et la loi de l'évolution **815**
Hystérésis. — Etude et comparaison des procédés de réduction de l'hystérésis magnétique. 713
Hystérie. — Isolement et psychothérapie. Traitement de l'hystérie et de la neurasthénie. Pratique de la rééducation morale et physique 662
— Conception du mot « hystérie ». Critique des doctrines actuelles 957
Hypnotisme. — Hypnotisme 1149

I

Immunité. — L'immunité acquise contre les poisons est-elle transmissible des générateurs à leur descendance ? 631
Inde. — L'Inde française au XVIIIe siècle. 101
Indoxyle. — L'indoxyle urinaire et les couleurs qui en dérivent. 911
Industries. — Les industries chimiques et pharmaceutiques. Rapport du Jury international de l'Exposition de 1900. . . . . 15[illegible]
— La grande industrie chimique minérale. Potasse, Soude, Chlore, Iode, Brome 462
— L'industrie oléicole en Algérie, 1re partie : Culture de l'olivier **505**
— L'industrie oléicole en Algérie, 2e partie : Fabrication et propriété de l'huile **547**
Infantilisme. — Infantilisme et pancréas. 760
Injections. — Les injections hypodermiques d'air atmosphérique 1061
Insolation. — L'insolation en Allemagne 797
Intégration. — Leçons sur l'intégration et la recherche des fonctions primitives. . . . . 9[illegible]2
Interférences. — Sur la propagation de la phase des vibrations et sur les interférences au voisinage d'une ligne focale. Nouveau mode d'observation et photographie du phénomène de M. Gouy. 733
Intestin. — Exclusion de l'intestin **37**
Ions. — Sur les ions de l'atmosphère . . . . . 11[illegible]3
Irrigations. — Irrigations et drainages. . . . . 109[illegible]
Isochronisme. — L'isochronisme des chronomètres. . 798

J

Japon. — Le Japon politique, économique et social . 206
— La myosite infectieuse au Japon 374
— Le Japon d'aujourd'hui. Etudes sociales. 912
Journal. — Une revue nouvelle : le « Journal de Chimie physique 27

JOURNAL. — Un nouveau journal météorologique. . . 1038
JURASSIQUE. — L'existence du Jurassique supérieur et de l'Infracrétacé en Grèce 798

L

LABORATOIRE. — Un laboratoire de Physiologie appliquée 10
— Inauguration d'un nouveau Laboratoire. 329
— Les Musées et les Laboratoires industriels de l'Allemagne. 370
LACS. — La couleur des lacs 628
— Le lac bouillant de la Dominique. 885
— Les lacs des hauts plateaux boliviens. 1061
LAIT. — Le lait à Copenhague. 270
— Les industries du lait. 787
— Les microbes du lait et de ses dérivés. 832
LAMES. — Etudes des propriétés des substances réduites en lames minces. 364
LAMPE. — Le rendement de la lampe Nernst. 282
— Nouvelle lampe à arc à l'Exposition de Saint-Louis 1111
LAZARET. — Le Lazaret du Frioul 9
LENTILLES. — Quelques emplois des lentilles cylindriques. 569
LÉONIDES. — Les Léonides en 1903. 757
LÈPRE. — La contagion familiale de la lèpre 428
LEUCOCYTES. — Les leucocytes (technique). 73
LIMITES. — Les problèmes aux limites relatifs aux équations, aux dérivées partielles et aux équations différentielles du second ordre. 1
LIN. — Sur les bactéries actives dans le rouissage du lin 216
LIQUIDES. — Quelques propriétés physiques des liquides purs et des mélanges **981**
LOCOMOTIVE. — La locomotive Compound 953
LOI. — La loi de Dalton-Henry et l'absorption des émanations radio-actives 527
LUNE. — Influence de la Lune sur la pluie. . 109, 371, 1009

M

MACHINES. — Die Kraftmaschinen (Les machines motrices). 266
— Pratique des essais de machines électriques à courant continu et alternatif. 706
MADAGASCAR. — Le paludisme à Madagascar. 374
MAGNÉSIUM. — Synthèses à l'aide du magnésium métallique **196**
MAGNÉTISATION. — Sur les variations de force thermo-électrique produites par la magnétisation et leur relation avec les tensions magnétiques 669
MAGNÉTISME. — Sur la nature des relations entre la fréquence des taches solaires et le magnétisme terrestre 568
— Les taches du Soleil et le magnétisme. 675
— Electricity and Magnetism. An elementary text book, theoretical and practical 911
— Le magnétisme des alliages du manganèse. . . . 924
MALACOLOGIE. — L'enseignement de la Malacologie au Muséum **171**
MALADIES. — Maladies des pays chauds 708
— Les maladies du cuir chevelu. Pityriasis et alopécies pelliculaires 789
— Les maladies cutanées et vénériennes chez les indigènes musulmans d'Algérie. 1re partie : Affections de la peau **898**
— 2e Les maladies vénériennes **931**
MALADIE DU SOMMEIL. — Les glandes lymphatiques dans la maladie du sommeil. 670
MALTERIE. — Brasserie et Malterie. 832
MANGANÈSE. — Le magnétisme des alliages du manganèse 924
MANNANES. — Digestion des mannanes et des galactanes par la séminase. 220
MANOMÈTRE. — La détermination de la pression à l'aide d'un manomètre fermé à air. 280
MARINES. — Les marines de guerre modernes. 154
MAROC. — Documents sur le Nord-Ouest africain. Etude sur l'hygiène et la médecine au Maroc. . . 270
— Voyages au Maroc 164
MARSEILLE. — Gênes et Marseille. 841
MASSAGE. — Le massage du cœur mis à nu. 721
MATÉRIAUX. — Les matériaux artificiels 267
MATHÉMATICIENS. — Le troisième Congrès international des mathématiciens 161
MATHÉMATIQUES. — Encyclopædie der Elementar-Mathematik. Tome 1er. Elementar-Algebra und Analysis. 266
Mathematical papers. 412
— Les exercices pratiques de Mathématiques dans l'enseignement secondaire. **431**
— Les Sciences mathématiques et physiques dans l'enseignement secondaire. **196**
— Les Mathématiques dans l'enseignement secondaire 530
— Cours de Mathématiques supérieures. 746
MÉCANIQUE. — Leçons de Mécanique élémentaire (à l'usage des élèves des classes de 1re). 39
— Barré de Saint-Venant et les principes de la Mécanique. **761**
— Les principes de la Mécanique. A propos d'un livre de M. Mach **1063**
MÉDAILLES. — Les médailles de la Société Royale de Londres. 1057
MÉDECIN. — Un médecin philosophe au XVIe siècle. Etudes sur la Psychologie de Jean Fernel 833
— Le XIVe Congrès des médecins aliénistes et neurologistes de France et des pays de langue française. 886
MÉDECINE. — Introduction à l'étude de la Médecine. . 361
— Revue annuelle de Médecine. **991**
MESURES. — Manuel pratique des mesures physico-chimiques. 1099
MÉTALLURGIE. — Jahrbuch für das Eisenhüttenwesen (Annuaire de la Métallurgie du fer pour 1901). . 513
— Traité de Métallurgie générale. 612
— Traité théorique et pratique de Métallurgie générale. 747
— Manuel théorique et pratique de la Métallurgie du fer. 1147
MÉTAMORPHOSES. — Revue annuelle d'Embryologie. 1re partie : Croissance et développement. Métamorphoses **86**
MÉTAUX. — Les chaleurs spécifiques des métaux et la relation de la chaleur spécifique au poids atomique. 620
— L'action du radium sur les métaux 718
— Sur une radiation secondaire produite dans les métaux par les rayons cathodiques du radium. . 923
— L'optique des métaux pour les ondes de grande longueur **928**
MÉTÉOROLOGIE. — Les bases de la Météorologie dynamique. Historique. Etat de nos connaissances. . 514
— Observations météorologiques de la Mission Foureau-Lamy 777
— Un nouveau journal météorologique. 1038
MÉTHODES. — Nouvelles applications des méthodes graphiques à l'étude des opérations financières. . **733**
MÉTIER. — La commande des métiers à tisser par l'électricité 6
MÉTROPHOTOGRAPHIE. — Recherches sur les instruments, les méthodes et le dessin topographiques. Tome II. Développement et progrès de la Métrophotographie 875
MEUNIER. — Manuel du constructeur de moulins et du meunier. 1o Les machines de meunerie 660
MICROBES. — Les microbes du lait et de ses dérivés. . 832
— Un nouveau microbe de la phtisie 840
MICROORGANISMES. — Action du radium sur les microorganismes 670
MILIEU. — Influence du milieu extérieur sur l'œuf. Parthénogénèses expérimentale et naturelle. . . **242**
MINEURS. — L'anémie des mineurs. 799
MIRES. — La mesure de l'ascension droite des astres et l'usage des mires méridiennes. 910
MISSION. — La Mission du capitaine Lenfant. 58
— La Mission Lenfant. 285
— La Mission scientifique du Maroc (Archives marocaines). 478
— La Mission Auguste Chevalier à la Sorbonne. . . 478
— Observations météorologiques de la Mission Foureau-Lamy 777
MODÈLE. — Modèle dynamique d'un corps radio-actif. 1011
MOLÉCULES. — Est-il possible de démontrer, à l'aide de la méthode optique de Tyndall, la présence des molécules dans les solutions? 724
MONSTRES. — Essai sur la psycho-physiologie des monstres humains 714
— Monstre hétéradelphe vivant 578
MORSURE. — Méthode pratique pour prévenir la mort par morsure de serpents 714
MORT. — Naissance et mort. Etudes de socio-biologie et de médecine légale. 878
MORTIERS. — Chaux, ciments et mortiers 41
MOTEURS. — Moteurs pour dynamos. 7

Moteurs. — Traité théorique et pratique des moteurs à gaz et à pétrole 154
— Leçons sur les moteurs d'automobiles et les applications industrielles de l'alcool au chauffage, à l'éclairage et à la force motrice 203
— Traité théorique et pratique des moteurs à gaz et à pétrole 513
— Les moteurs agricoles 746
— Les moteurs à essence pour automobiles 910
Moulins. — Manuel du constructeur de moulins et du meunier. 1° Machines de meunerie 660
Moûts. — Les moûts et les vins en distillerie 317
Muscle. — L'action morphogénique du muscle sur le muscle et sur l'os **1085**
Musées. — Les Musées et les Laboratoires industriels de l'Allemagne 370
Muséum. — L'enseignement de la Malacologie au Muséum **171**
— Muséum d'Histoire naturelle 330
Musulmans. — Les maladies cutanées et vénériennes chez les Indigènes musulmans d'Algérie. 1re partie : Affections de la peau **898**
— 2e partie : Les maladies vénériennes **934**
Mutualité. — Tuberculose et mutualité 926
Myosite. — La myosite infectieuse au Japon 571
Myxœdème. — Myxœdème provoqué par l'ablation des mamelles hypertrophiées 476

N

Naissance. — Naissance et mort. Etudes de sociobiologie et de médecine légale 878
Nanisme. — Nanisme expérimental 927
Nébuleuses. — 1° Sur la distribution apparente des nébuleuses; 2° Les nébuleuses considérées dans leurs rapports avec le système galactique 919
Nécrologie. — La vie et l'œuvre de sir George Gabriel Stokes **22**
— Karl von Zittel 54
— O. Callandreau 165, 281
— Duchesne-Fournet 165
— H. Perrotin 325
— M. Fouqué 369
— Emile Duclaux 425
— Charles Soret 425
— L. Vicat; sa vie et ses travaux 463
— E. Marey, J. Sarrau 473
— Octave Gréard 473
— Stanley et son œuvre africaine 526
— Emile Duclaux 625
— Marcel Ascoli 921
— Bernard Renault 1057
Nègres. — Essai sur la psychologie des races nègres de l'Afrique tropicale. 1re partie. Sensibilité et affectivité **638**
— 2e partie. Intellectualité **679**
Neige. — Les cristaux de neige 882
Nématocytes. — Recherches sur les Nématocytes des Æolides 212
Néphrites. — Traitement chirurgical des néphrites . . **996**
Nerf. — Effets de la réunion du nerf cervical sympathique avec la corde tympanique 366
— Sur les phénomènes électro-moteurs des nerfs non médullés des Mammifères 521
Neurone. — Système nerveux. La bataille du neurone. **1088**
Nickel. — Dilatation et transformation magnétique du nickel 675
— Les applications des aciers au nickel. Théorie des aciers au nickel 1000
Nombres. — Niedere Zahlentheorie (Eléments de la Théorie des nombres) 317
Nomographie. — Exposé synthétique des principes fondamentaux de la Nomographie 39
Nourrisson. — Traité d'hygiène et de pathologie du nourrisson et des enfants du premier âge 749
— La question des consultations de nourrissons . . 810
Noyau. — Le noyau des bactéries et sa division . . . 577
— Le noyau des organismes végétaux inférieurs . . **859**
Nutation. — Nutation diurne de la Terre 717
Nutrition. — Contribution à l'étude de la nutrition des Spongiaires 360

O

Obésité. — Obésité **995**
Observatoire. — Fondation d'un Observatoire astrophysique en Espagne 174
Océanographie. — L'Océanographie et les pêches maritimes 372
— L'Océanographie dans le voisinage immédiat du rivage **542**
Œufs. — La formation des œufs chez les Ascomycètes 7
— Recherches nouvelles sur l'œuf **144**
— Influence du milieu extérieur sur l'œuf. Parthénogénèses expérimentale et naturelle **242**
— Influence du milieu extérieur sur l'œuf 475
— L'ovulase et le développement des œufs vierges . 630
Œuvres. — Œuvres complètes de M. de Marignac . . 203
Oïdium. — L'oïdium et les périthèces d'*Uncinula spiralis* 630
Oiseaux. — Album de Aves amazonicas 662
— Catalogue of Canadian Birds 788
— Oiseaux 1002
Oligurie. — La fréquence du pouls et l'élimination urinaire. Oligurie et Tachycardie **310**
Olivier. — La Fumagine de l'Olivier et le Cycloconium oleaginum 56
— L'industrie oléicole en Algérie. 1re partie : Culture de l'olivier **505**
— Le domaine géographique de l'Olivier **950**
Ondes. — La propagation lointaine des ondes électriques 165
— Les ondes aériennes **182**
— La téléphonie sans fil au moyen des ondes hertziennes 883
— L'optique des métaux pour les ondes de grande longueur **928**
— Détecteur électrolytique des ondes hertziennes . . 1140
Ondomètre. — Un ondomètre pour télégraphie sans fil 1011
Ontogenèse. — Les problèmes de la vie. 2e partie : L'Ontogenèse et ses problèmes 563
Opérations. — Nouvelles applications des méthodes graphiques à l'étude des opérations financières . 733
Ophidisme. — Traitement moderne de l'ophidisme au Brésil 1013
Optique. — Lehrbuch der geometrischen Optik 98
— L'optique des métaux pour les ondes de grande longueur **928**
Orientation. — Phénomènes d'orientation hystérétiques 280
Os. — Traité des variations des os du crâne de l'homme et de leur signification au point de vue de l'Anthropologie 708
Oscillations. — Nouvelle méthode pour découvrir les oscillations électriques 468
Oscillographes. — Les oscillographes « Duddell » . . 426
Ouganda. — Ouganda septentrional **949**
Ovulase. — L'ovulase et le développement des œufs vierges 630
Oxygène. — Oxygène tétratomique **200**
— Recherches sur les compressibilités de l'oxygène, de l'hydrogène, de l'azote et de l'oxyde de carbone entre une atmosphère et une demi-atmosphère de pression, et sur les poids atomiques de ces éléments 421
— Retard de combustion par l'oxygène 918

P

Paléobotanique. — Paléobotanique (Plantes fossiles). 51
Paludisme. — Une ligue contre le paludisme en Algérie. 171
— Le paludisme à Madagascar 374
— Prophylaxie du paludisme 878
— Etudes et recherches sur le paludisme en Espagne (1901-1903) 915
— Prophylaxie du paludisme dans l'isthme de Suez. 926
Pancréas. — Les « îlots de Langerhans » du pancréas. 322
— Infantilisme et pancréas 760
Parallaxe. — Les observations spectroscopiques et la parallaxe solaire 1058
Paralysies. — Traitement chirurgical des paralysies faciales dites incurables 36
— La nature syphilitique et la curabilité du tabes et de la paralysie générale 157
Paramœcium. — La concentration mortelle des acides et des bases pour le *Paramœcium aurelia* 918
Parasitisme. — Origine du parasitisme chez les champignons 361
Parathyroïdes. — Ablation des parathyroïdes chez l'oiseau 170
— Les parathyroïdes de la tortue 760

Parthénogénèse. — Influence du milieu extérieur sur l'œuf. Parthénogénèses expérimentale et naturelle. **242**
— La Parthénogénèse. **861**
Parure. — Histoire de l'habillement et de la parure . 1101
Pas-de-Calais. — La traversée du Pas-de-Calais. . . 966
Pathologie. — Traité d'hygiène et de pathologie du nourrisson et des enfants du premier âge. . . . 749
Peau. — Les maladies cutanées et vénériennes chez les indigènes musulmans d'Algérie. 1re partie : Affections de la peau **898**
— Pénétration des larves d'Ankylostome à travers la peau. 965
Pêche. — La pêche de la sardine 157
— L'Océanographie et les pêches maritimes. 372
— Travaux de la Station de recherches relatives à la pêche maritime à Ostende. 789
Pellicules. — Couleurs dans les verres métalliques et les pellicules métalliques 715
Percement. — Les résultats scientifiques du percement du Simplon 676
Perchlorate. — Présence du perchlorate dans le nitrate de soude employé comme engrais 169
Perles. — Report to the Government of Ceylon on the Pearl-Oyster Fisheries of the Gulf of Manaar. . . 1100
Perméabilité. — Les méthodes d'exploration de la perméabilité rénale. 516
Peste. — L'épidémie de peste à Fou-Tchéou . . . 1061
Pétrole. — Sur un gaz radio-actif retiré du pétrole brut 924
Phagocytose. — Rôle des fluides sanguins en rapport avec la phagocytose. 721
Phases. — Démonstration élémentaire de la règle des phases 564
— Application de la règle des phases à l'étude de la précipitation des colloïdes 419
Philosophie. — Les sections de Philosophie et d'Histoire des Sciences au deuxième Congrès international de Philosophie. 921
Phonographie. — Un nouveau principe phonographique 964, 1061
Phosphore. — Etude de l'émanation du phosphore . . 210
Phosphorescence. — Nouvelles recherches sur la phosphorescence. 475
Photochromie. — Traité pratique de Photochromie. . 562
Photoélectrique. — La fatigue photoélectrique et la photométrie. 839
Photographie. — Photographie par catalyse. . . . 47
— Le tirage des épreuves en photographie 831
— Une nouvelle méthode d'obtention de la photographie des couleurs 883
— La photographie judiciaire 1048
— La reproduction des reliefs par voie photographique 1060
Photomètre. — Le photomètre à scintillation Simmance et Abady. 676
Photométrie. — La fatigue photo-électrique et la photométrie 889
Phthiriose. — La Phthiriose de la Vigne 204
Phtisie. — Un nouveau microbe de la phtisie. . . . 840
Physico-chimie. — Manuel pratique des mesures physico-chimiques. 1099
Physiologie. — Les « Archives internationales de Physiologie 677
Physique. — Physical papers 40
— Précis de Physique biologique 42
— Traité de Physique biologique. 269
— Les Sciences mathématiques et physiques dans l'enseignement secondaire. **496**
— Recueil d'expériences élémentaires de Physique . 611
— Traité élémentaire de Physique 746
Piles. — Quelques observations relatives aux piles à sélénium 371
Pityriasis. — Les maladies du cuir chevelu. Pityriasis et alopécies pelliculaires 789
Plaies. — Traitement à ciel ouvert des plaies par l'exposition au soleil et par la dessiccation 377
Planètes. — Les atmosphères des planètes. 217
Plaques. — Système de sensitométrie des plaques photographiques. 268
Pléiades. — L'étoile rouge des Pléiades 962
Pleurocécidies. — Recherches anatomiques sur les galles de tiges ; Pleurocécidies. 317
Pluie. — Influence de la Lune sur la pluie. 109, 371, 1109
Poids atomique. — Les chaleurs spécifiques des métaux et la relation de la chaleur spécifique au poids atomique. 624
Point critique. — L'état cristallin et le point critique 1010
Poisons. — Détermination de l'action des poisons sur les plantes 472
— L'immunité acquise contre les poisons est-elle transmissible des générateurs à leur descendance. 631
Polarisation. — Sur la polarisation des électrodes. . 667
Pôle. — Le pôle de froid 923
Polonium. — Le Polonium et la question du Radiotellure 840
Ponction. — Une nouvelle application thérapeutique de la ponction lombaire. 284
Ports. — Le développement des ports maritimes et les zones franches. 729
Potasse. — The potash salts; their production and application to Agriculture, Industry and Horticulture 317
Poudres. — Méthode électrolytique pour préparer les poudres métalliques 148
Pouls. — La fréquence du pouls et l'élimination urinaire. Oligurie et Tachycardie. **310**
Poutre. — Distribution des tensions et des déformations dans la section transversale d'une poutre . 212
Pression. — Les variations de pression atmosphérique à courte période à la surface de la Terre 669
— Méthode pour mesurer directement les hautes pressions osmotiques 747
— Modifications physiques et chimiques des solides soumis à de très fortes pressions 718
Prix. — Le prix de la presse Osiris 74
Produits. — Les produits coloniaux d'origine minérale 703
Projecteurs. — La téléphonie et la télégraphie optiques au moyen de projecteurs électriques. . . . 5
Prophylaxie. — Prophylaxie des maladies contagieuses dans les Ecoles d'Italie 171
— La prophylaxie dans les salles d'école par l'emploi d'huile adhésive sur les planchers. 887
Protoplasma. — La constitution physique du protoplasma 1012
Psychiatrie. — Manuel de Psychiatrie. 205
Psychologie. — Essai sur la psychologie des races nègres de l'Afrique tropicale. 1re partie. Sensibilité et affectivité **638**
— 2e partie. Intellectualité. **679**
— Esquisse d'un système de Psychologie rationnelle. 878
— L'Année psychologique 916
Psycho-physiologie. — Essai sur la psycho-physiologie des monstres humains 414
— Etudes de Psychologie physiologique et pathologique. 705
Psychothérapie. — Isolement et psychothérapie. Traitement de l'hystérie et de la neurasthénie. Pratique de la rééducation morale et physique . . . 642
Puériculture. — A propos de puériculture. 20
— La question de la puériculture au Congrès d'Arras 66

Q

Quantités. — Etude sur les quantités mathématiques. Grandeurs dirigées. Quaternions. 660
Quartz. — L'action du radium sur les verres, le quartz et d'autres corps 27

R

Radiations. — Une nouvelle espèce de radiations. Les rayons X. **226**
— Sur un nouveau phénomène de radiation 629
— Sur une radiation secondaire produite dans les métaux par les rayons cathodiques du radium. . 923
Radicaux. — Composés non saturés et radicaux négatifs. **440**
Radio-activité. — Le radium et la radio-activité. 1re partie. La préparation du radium et son rayonnement 13
2e partie. L'émanation et les autres propriétés; conséquences théoriques 360
— La radio-activité atmosphérique aux latitudes élevées 20
— La succession des changements dans les corps radio-actifs 514
— Radio-activité atmosphérique. 852
Sur un gaz radio-actif retiré du pétrole brut. . . 924
Modèle dynamique d'un corps radio-actif 1012
Radiographie. — Radiographie des calculs urinaires . 38

Radio-tellure. — Le Polonium et la question du Radio-tellure 846
Radiothérapie. — Radiothérapie. **998**
Radium. — Le radium et la radio-activité. 1re partie. La préparation du radium et son rayonnement. . **11**
— Expériences sur les rayons X et le radium. . . . 51
— Le radium et la radio-activité. 2e partie. L'émanation et les autres propriétés; conséquences théoriques **60**
— Variations de la vitesse de refroidissement des corps chauffés et électrisés sous l'influence du radium 282
— L'action du radium sur les tubes à vide soumis à une différence de potentiel. 726
— L'action du radium sur les verres, le quartz et d'autres corps 527
— Conférence sur le radium 577
— L'émanation du radium, ses propriétés et ses changements **581**
— Recherches sur la production de l'hélium aux dépens du radium. 621
— Expériences sur l'émanation du bromure de radium. 629
— Action du radium sur les microorganismes . . 670
— L'action du radium sur les métaux . . . 718
— Emanations du radium 917
Rampes. — Rampes moyennes et fortes dans les chemins de fer électriques 1111
Rat. — Le rat destructeur des récoltes. 253
Rate. — Le cours du sang dans la rate **1091**
Rations. — Le calcul des rations et des substitutions alimentaires **185**
Rayons. — Expériences sur les rayons X et le radium. 51
— Une nouvelle espèce de radiations Les rayons X. **226**
— Coloration vitale des tissus pour augmenter la pénétration et favoriser l'action curative des rayons chimiques. 283
— Effets des rayons X sur l'appareil génito-urinaire. 629
— La déviation électrostatique des rayons magnéto-cathodiques. 712
— L'effet chimique des rayons cathodiques. 759
— Les rayons continuateurs 1152
Récepteur. — Un nouveau récepteur pour la télégraphie sans fil. 626
Rectum. — Traitement du prolapsus du rectum . . . **37**
Refroidissement. — Variations de la vitesse de refroidissement des corps chauffés et électrisés sous l'influence du radium 282
Règle. — La règle à calcul. 61
Régulation. — Recherches sur la régulation thermique du corps par l'étude des températures au moment de la mort. 670
Rein. — Décapsulation du rein dans les néphrites médicales. **37**
Relief. — La reproduction des reliefs par voie photographique. 1000
— Sensation du relief sans stéréoscope. 1104
Résistance. — Mode de construction de quelques étalons de résistance au mercure et la détermination du coefficient thermique de résistance du mercure 629
Revue. — Revue annuelle de Chirurgie. **34**
— La Revue Scientifique. 51
— Revue annuelle d'Embryologie **86, 411**
— Revue annuelle de Chimie organique . . . **495**
— Revue annuelle de Zoologie. **591**
— Revue annuelle de Botanique. . . **879**
— Revue annuelle de Géographie . . **944**
— Revue annuelle de Médecine . . **991**
— Revue annuelle d'Anatomie. **1082**
Rhum. — Le rhum et sa fabrication. 559
Rosée. — La mesure de la rosée. 1100
Rotation. — Un appareil pour mesurer la vitesse de rotation de la Terre 881
Rouissage. — Sur les bactéries actives dans le rouissage du lin. 240
Rudiments. — Les rudiments psychiques de l'homme. 77

S

Sang. — Rôle du contact du sang avec les corps étrangers dans la coagulation de ce liquide. 220
Sanitaires. — Causeries sanitaires. 116
Sapocrinine. — La sapocrinine. 5
Sardine. — La pêche de la sardine. 1 7
Sciences. — L'Enseignement supérieur des Sciences **287**
Sciences. — New conceptions in science 959
Scorbut. — A propos du scorbut infantile. 170
— Revue annuelle de Médecine. Le scorbut. **991**
Scories. — La formation des scories dans les opérations métallurgiques, leur constitution et leur emploi industriel **889**
— L'emploi des scories de déphosphoration en agriculture 1112
Sécrétion. — Sécrétion physiologique de la bile et du suc intestinal. 372
— La régularisation chimique des processus sécrétoires. 620
Sélénium. — Relation entre la conductivité du sélénium et l'intensité de la lumière incidente. . . . 218
— Quelques observations relatives aux piles à sélénium. 371
Séminase. — Digestion des mannanes et de galactanes par la séminase. 220
Sénilité. — Etudes histologiques sur le mécanisme de la sénilité **1116**
Sensation. — La sensation du « déjà vu ». 221
Sensitive. — La sensibilité de la sensitive au contact considérée comme adaptation darwinienne. . . . 720
Sensitométrie. — Système de sensitométrie des plaques photographiques. 268
Serpents. — Méthode pratique pour prévenir la mort par morsure de serpents 714
— Contribution à l'étude des serpents venimeux du Venezuela 749
— Contribution à l'étude de l'action des venins des serpents de mer. 794
Sérum. — Un nouveau sérum anticancéreux. 112
— Le sérum antithyroïdien. 56
— Contribution à l'étude des modifications sanguines chez l'enfant diphtérique traité par le sérum antidiphtérique. 205
— Modifications chimiques des sérums sanguins au cours du chauffage et de l'immunisation. 427
— Sur les propriétés de combinaison des compléments du sérum et sur les complémentoïdes. . . 794
— Sur la production d'un sérum gastrotoxique spécifique 918
Sérum gélatiné. — Injections de sérum gélatiné . . . **35**
Service. — Le Service de santé dans l'Armée japonaise 327
Sexe. — Le sexe des souris 322
Silice. — Propriétés optiques de la silice vitreuse. . 521
Simplon. — Le tunnel du Simplon et les voies d'accès françaises. 171
— Les résultats scientifiques du percement du Simplon 677
Singes. — Inoculation de la syphilis aux singes anthropoïdes. 222
Société. — A la Société de Géographie. 479
— Annuaire international des Sociétés savantes . . 796
— Les médailles de la Société Royale de Londres. . 1057
Sol. — L'Architecture du sol de la France. 156
Soldat. — Une cause d'infériorité du soldat japonais. 428
Soleil. — Le problème solaire 313
— Les théories solaires et la dispersion anomale . . **180**
— La constitution du Soleil 675
— Les taches du Soleil et le magnétisme. 675
— La force répulsive du Soleil sur les comètes . . . 929
— Maximum et minimum d'activité solaire. 1109
Solides. — Modifications physiques et chimiques des solides soumis à de très fortes pressions. 718
Solidification. — Les lignes de solidification du système soufre-chlore 289
Solubilité. — Lignes anormales de solubilité de mélanges binaires, provenant de l'existence de composés dans la solution 215
Solutions. — Contribution à la connaissance de l'allure de la décroissance de la tension de vapeur dans les solutions aqueuses. 424
— Sur certaines propriétés physiques et chimiques de solutions de chloroforme dans l'eau, les solutions salines, le sérum et l'hémoglobine. Contribution à la chimie de l'anesthésie. 669
— Sur les solutions saturées 714
Solvants. — Propriétés des hydrures de phosphore, de soufre et d'halogènes liquéfiés comme solvants conducteurs. 714
Sorbonne. — La chaire de Géologie à la Sorbonne. . **842**
Sorbose. — Etude biochimique de la bactérie du sorbose 76
Soudure. — La soudure par le courant électrique et la soudure par l'arc 55
Souris. — Le sexe des souris 322

Souris. — Le cancer des souris 1112
Spectres. — Sur la relation entre les spectres des taches solaires et des étoiles 836
— Sur les spectres de flammes 836
— Spectre de la comète c 1903 837
— Bandes de dispersion dans les spectres de « ζ Orionis » et « Nova Persei » 1153
Spectroscopiques. — Les observations spectroscopiques et la parallaxe solaire 1058
Spongiaires. — Contribution à l'étude des Spongiaires. 360
Stabilité. — La stabilité longitudinale des ballons automobiles 627
— La stabilité longitudinale des ballons automobiles. Solution du problème de la navigation aérienne . 837
Station. — La Station centrale télétypique de Berlin. 166
— La Station acquicole de Boulogne 631
Sublimation. — Les courbes de sublimation de mélanges binaires 108
Suc. — Sécrétion physiologique de la bile et du suc intestinal 372
Sucre. — Le sucre et le vin dans l'alimentation du soldat 373
— Le sucre dans l'alimentation 427
— Les récents travaux sur les sucres **532**
— Manuel guide de la fabrication du sucre 1049
Surface. — Contribution à la connaissance de la surface de van der Waals 472
Sylviculture. — Ecole pratique de Sylviculture des Barres 173
— Traité de Sylviculture 268
Syndicats. — Trusts, cartells et syndicats 790
Syphilis. — Inoculation de la syphilis aux singes anthropoïdes 222
— Appendicite et syphilis 887

T

Tabes. — La nature syphilitique et la curabilité du tabes et de la paralysie générale 157
Taches. — Observation des taches du Soleil 54
— Sur la variation des taches solaires en latitude . 564
— Sur la nature des relations entre la fréquence des taches solaires et le magnétisme terrestre 568
— Les taches du Soleil et le magnétisme 675
— Sur la relation entre les spectres des taches solaires et des étoiles 836
Tachycardie. — La fréquence du pouls et l'élimination urinaire. Oligurie et Tachycardie **310**
Tact. — Sur les images retardataires du tact 215
Tchad. — Chari et Tchad **918**
Technique. — Traités généraux. Technique embryologique **152**
Technologie. — Traité de Technologie mécanique métallurgique 40
— Technologie agricole (sucrerie, meunerie, boulangerie, féculerie, amidonnerie) 362
Télégraphie. — La téléphonie et la télégraphie optiques au moyen des projecteurs électriques . . . 5
— Les expériences de télégraphie sans fil du professeur Slaby 54
— Le télégraphe imprimeur rapide de Siemens et Halske 283
— Un nouveau récepteur pour la télégraphie sans fil 420
— Un appareil pour transmettre l'écriture et les tableaux par voie télégraphique 629
— Un ondomètre pour télégraphie sans fil 1011
Téléobjectif. — Le téléobjectif et la téléphotographie. 876
Téléphonie. — La téléphonie et la télégraphie optiques au moyen des projecteurs électriques 5
— La téléphonie sans fil au moyen des ondes hertziennes 883
Téléphotographie. — Le téléobjectif et la téléphotographie 876
Température. — Décroissance de température suivant la verticale 210
— La formation des solides aux basses températures 469
— De l'influence de la température extérieure sur l'alimentation. Recherches expérimentales sur le pigeon 956
Tempêtes. — Causes de la variation annuelle des tempêtes magnétiques et des aurores 917
Terre. — Nutation diurne de la Terre 717
— Un appareil pour mesurer la vitesse de rotation de la Terre 881
Testicule. — La glande interstitielle du testicule des Mammifères 161
Théorie. — Théorie nouvelle des Fonctions 705
Thermodynamique. — L'Entropie, ou la Thermodynamique au point de vue de l'Ingénieur et la réversibilité en Thermodynamique 830
— Thermodynamique : I. Notions fondamentales. . 1098
Thermo-électricité. — Sur les variations de force thermo-électrique produites par la magnétisation et leur relation avec les tensions magnétiques. . 669
Thermomètre. — Les thermomètres médicaux et le Laboratoire d'essais 166
— Etalons de haute température du Laboratoire national de Physique et comparaison des thermomètres de platine et des thermo-jonctions avec le thermomètre à gaz 469
Thermométrie. — Sur la thermométrie à résistance électrique à la température de l'hydrogène bouillant 569
— Maximum thermométrique d'avril 1109
Tics. — Les tics **419**
Tiroir. — Les distributions à changement de marche avec tiroir unique 358
Tissus. — Les tissus de remplacement. 1re partie L'Histolyse **968**
— 2e partie : L'Histogénèse **1031**
Topographie. — Recherches sur les instruments, les méthodes et le dessin topographiques. Tome II Développement et progrès de la Métrophotographie 875
Toponymie. — La toponymie des Etats-Unis **914**
Torsion. — Effet d'un champ magnétique sur le degré d'amortissement des oscillations de torsion dans des fils de fer de nickel; variations produites par l'étirage et le recuit 620
— Effets des changements de température sur le module de rigidité de torsion des fils métalliques 621
Tortue. — Les parathyroïdes de la tortue 760
Toxines. — La physico-chimie des toxines et antitoxines **633**
Traction. — La traction par courant alternatif simple, système électropneumatique B.-J. Arnold 110
— Les essais de traction à courant alternatif simple en Italie 218
— La traction tangentielle système Dulait 326
— Les expériences de traction électrique rapide sur la ligne de Marienfelde Zossen **345**
Transformisme. — Controverses transformistes . . . 1148
Transports. — L'industrie des transports maritimes au XIXe siècle et au commencement du XXe siècle. 462
Transposition. — La transposition de Beckmann, la transformation de l'acétophénonoxime en acétanilide et sa vitesse 424
Transvaal. — Transvaal Chamber of Mines 99
— Transvaal Département of Mines 99
Trigonométrie. — Vorlesungen über Geschichte der Trigonometrie 611
Trinité. — Industrial Trinidad 914
Trusts. — Trusts, cartells et syndicats 790
Trypanosomes. — Trypanosomes et Trypanosomiases. 1050
Trypanosomiase. — Trypanosomiase **993**
— Trypanosomes et Trypanosomiases 1050
Trypanosomiase. — Sur la trypanosomiase 287
Tubes a vide. — L'action du radium sur les tubes à vide soumis à une différence de potentiel 326
— Capacité électrostatique des tubes remplis de gaz raréfiés 676
Tuberculose. — Lutte contre la tuberculose 9
— La Tuberculosis aid and education Association . . 9
— Traitement des tuberculoses externes **34**
— La Commission permanente de la tuberculose du Ministère de l'Intérieur 57
— La lutte sociale contre la tuberculose **83**
— L'Œuvre de la femme tuberculeuse 113
— La tuberculose en Allemagne 170
— Hôpitaux français d'enfants tuberculeux 222
— La tuberculose dans les Ecoles parisiennes. Prophylaxie et traitement 721
— Un moyen médical de combattre la tuberculose . 799
— Tuberculose et mutualité 926
— Chlorose et tuberculose 1013
Tumeurs. — Tumeurs du corpuscule rétro-carotidien . **35**
— Tumeurs cérébrales **36**
— Ressemblances qui se présentent entre les cellules des tumeurs malignes de l'homme et celles des tissus reproducteurs normaux 213
Tunnel. — Le tunnel du Simplon et les voies d'accès françaises 171

U

Université. — Conseil de l'Université de Paris. . . . 58
— Personnel universitaire. 114, 375, 531. 800
— Université de jeunes filles en Russie. 173
— Le bureau municipal de renseignements scientifiques de l'Université de Paris. 286
— L'Université de Paris en 1902-1903. 374
— Conseil de l'Université de Paris. 375
— La Société des amis de l'Université de Paris . . 479

V

Vaccin. — Nouvelles recherches sur le vaccin de génisse chloroformé. 670
Vapeurs. — L'utilisation des vapeurs d'échappement. **1041**
Variabilité. — De l'influence de l'alimentation sur la variabilité fluctuante de quelques plantes. . . . 1156
Venezuela. — Contribution à l'étude des serpents venimeux au Venezuela. 749
— Contribution à l'étude du café au Venezuela. . . . 877
Venins. — Action physiologique et antidotes des venins de la couleuvre et de la vipère 211
— L'action du venin du cobra indien sur l'organisme. 321
— Contribution à l'étude de l'action des venins des serpents de mer. 794
— Sur l'action du venin du *Bungarus cœruleus* (serpent rayé). 835
Verres. — L'action du radium sur les verres, le quartz et d'autres corps. 527
Verres. — Couleurs dans les verres métalliques et les pellicules métalliques 717
Vibrations. — Sur la propagation de la phase des vibrations et sur les interférences au voisinage d'une ligne focale. Nouveau mode d'observation et photographie du phénomène de M. Gouy. 773
Vie. — Les problèmes de la Vie. 2e partie : L'Ontogenèse et ses problèmes. 763
Vigne. — La Phthiriose de la vigne. 204
— Etudes anatomiques sur les vignes et leurs hybrides artificiels 955
Vins. — Les moûts et les vins en distillerie. 317
— Le sucre et le vin dans l'alimentation du soldat. 373
Vipère. — Action physiologique et antidotes des venins de la couleuvre et de la vipère 211
Vivisection. — Vivisection et antivivisection. 8
Voies ferrées. — La conquête économique de l'Afrique par les voies ferrées. **251**
Voiture. — Voitures à vapeur en service public. . . 962
Volumétrie. — Les analyses agricoles par volumétrie gazeuse. **351**

Z

Zones. — Le développement des ports maritimes et les zones franches. 429
Zoologie — Revue annuelle de Zoologie. **591**
— Le 6e Congrès international de Zoologie (Berne, 14-19 août 1904 . . . . . **895**

TABLE ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS[1]

A

Abelous (J.-E.), 45, 208, 274, 665, 711, 793.
Abetti (A.), 368.
Abney (Sir W. de W.), 569.
Abraham (H.), 611.
Abric (P.), 711, 752, 834, 835, 1005, 1006.
Acéna (R. de la), 1102.
Achard, 105, 468, 567, 618, 667, 712, 1054.
Ackroyd, 570.
Acqua (C.), 796.
Adler (Aug.), 324.
Adler (J.), 1103, 1104.
Agassiz, 362.
Aggazzotti (A.), 624, 796, 880.
Agnola (C. A. Dell'), 1007.
Agnus, 208.
Albert de Monaco (Le Prince), 617.
Albini (S.), 279.
Alcock (N.-H.), 211, 521.
Alexandroff (Iwan), 910.
Alezais, 320, 419, 520.
Alix (J.), 751.
Allan (G.-E.), 1054.
Allé (M.), 624.
Alliot (H.), 466.
Almansi (E.), 880.
Almera (J.), 666.
Aloy (J.), 45, 208, 274, 519.
Amar, 103.
Amato (A.), 1103.
Ambart, 320, 519, 711, 1104.
Amet (P.), 520, 712.
Ammann (L.), 665.
Ancel (P.), 103, 104, 158, 159, 160, 209, 274, 320, 363.
Anderlini, 623, 796, 880.
Anderson (H.-K.), 366.
Andouard (P.), 46, 519, 364.
Andoyer, 466.
Andrade (J.), 617.
André (Ch.), 793.
André (G.), 102, 362, 664, 665, 709, 1053.
Andreasch (R.), 108, 672.
Anfreville (Dr L. d'), **740** à **745**.
Angeli, 520, 523, 880.
Angelico (F.), 523, 880.
Angeloni (F.), 880.
Anglas (J.), 207, 210, 515, **968** à **981**, **1031** à **1040**.
Angot (A.), 791.
Anthony (R.), 207, 566.
Antipa, 1008.
Appell (P.), 39, **287** à **299**, 796.
Appleyard (R.), 106.
Arber (E.-A.-N.), 793.
Archbutt (L.), 422.
Archibald (E.-H.), 522, 671, 714.
Arctowski (H.), 710.
Ardin-Delteil, 45.
Arenberg (Prince d'), 363.
Ariès (E.), 272, 417, 751, 834, 879.
Ariès (L.), 102.
Arkhanguelsky (K.), 971.
Arloing (F.), 46, 1103, 1151.
Arloing (S.), 418.
Armand-Delille (P.-F.), 1151, 1152.
Armstrong (E.-F.), 669, 754.
Armstrong (H.-E.), 669, 918.
Arno (R.), 523.
Arrhénius (Swante), **633** à **637**, 753.
Arrous (J.), 1006.
Arsandaux (H.), 103, 158, 417.
Arsonval (A. d'), 160, 208, 269, 275, 5[illegible].
Arth (G.), 41, 268, 463, 959.
Arthus (M.), 320.
Arup (P.-S.), 754.
Ascoli (M.), 102, **226** à **242**, **496** à **505**.
Ashby (S.-F.), 1055.
Aso (K.), 98.
Astruc (A.), 661, 751.
Aten (A.-H.-W.), 215, 280.
Atkinson (G.-A.-S.), 918.
Attwell (H.-M.), 522.
Aubel (Edm. van), 467, 750.
Aubertin, 618, 666, 711.
Auger (V.), 41, 273, 709, 714, 791, 1005, 1052, 1053, 1105.
Auscher (Léon), 1146.
Austin (L.), 879.
Austin (P.-C.), 1055.
Autonne (L.), 39, 154, 565, 660, 1098.
Aymé (P.), **733** à **740**.
Ayrignac (J.), 1007, 1053, 1102, 1104.
Ayrton (W.-E.), 1154.
Azoulay (L.), 160, 418.

B

Babès (V.), 158.
Babinski (J.), 45.
Babu (L.), 747.
Bachmann (P.), 315.
Bagard (H.), 319, 362.
Bagley (G.), 570.
Baglioni (S.), 796, 880.
Bailhache, 668, 710.
Baker (J.-L.), 367.
Bakhuis-Roozeboom (H.-W.), 108, 215, 280, 1008.
Balbiano (L.), 880.
Balland, 879, 1053.
Ballet (G.), 273.
Balthazard (V.), 617.
Baly (E.-C.-C.), 716.
Bamber (M.-K.), 107.
Bandl (E.), 163.
Bar (P.), 209, 519.
Barbier (E.), 1151.
Barbieri (H.), 795.
Barbieri (U.), 880.
Bard (L.), 45, 1005.
Bardel, 712.
Bardet (G.), 416.
Barendregt (H.-P.), 572.
Barger (G.), 213.
Barjon (F.), 45.
Barkla (C.-G.), 470.
Baron (H.), 1155.
Barral (Et.), 466, 467.
Barrier, 1103.
Barré (Commandant), 156.
Barrois, 103, 517, 565.
Bartoli, 49.
Barvik (H.), 163.
Bascoul, 792.
Bashford (E.-F.), 322, 366.
Baskerville (Ch.), 214.
Bastien (Louis), 1053.
Batailon (E.), 567.
Bate (Mlle D.-M.), 793.
Battelli (A.), 796.
Battelli (F.), 34, 46, 274, 362, 418, 466, 567, 712, 752, 793, 1006, 1054, 1103, 1104, 1152.
Battelli (J.), 666.
Baubigny, 104, 276.
Baud (E.), 751, 834.
Baudouin (A.), 466, 565.
Baudouin (M.), 467, 917, 1150.
Baudran (G.), 1150.
Bauer (Ed.), 518, 959.
Bauer (G.), 39.
Baugé (G.), 566, 620.
Baumgartner (F.), 660.
Bausenwein (E.-G.), 624.
Bay (J.), 751.
Bayeux (R.), 466, 519.
Baylac, 1006, 1151.
Bayliss (W.-M.), 620.
Bazy, 1006.
Beard (S.-H.), 754.
Beaujard, 320, 711.
Beck (Dr Richard), 613.
Beck von Managetta, 1008.
Becke (F.), 471, 624, 1108.
Becquerel (H.), 159.
Becquerel (J.), 565, 567, 616, 617, 664, 665, 710, 791.
Becquerel (P.), 565, 616, 709, 1053.
Béhal (A.), 104, 106, 207, 211, 750.
Béis (C.), 467, 710.
Bellars (A.-E.), 366.
Bellucci (J.), 279, 1007.
Bemmelen (J. van), 31, 324, 572, 1156.
Bemmelen (W. van), 31.
Bendersky (J.), 1104.
Benjamin, 209, 319, 759.
Bennett (W.), 162, 422.
Bensaude (R.), 209.
Bérard (L.), 417.
Bercut, 517.
Berg (A.), 466.
Berger (E.), 664.
Bergeron (J.), 103, 208, 517, 666.
Bergonié (J.), 207, 275, 419, 516, 1054.
Bergtheil (C.), 671.
Berkeley (Comte de), 714, 715.
Bernard (L.), 160, 516, 1054, 1151.
Bernard (N.), 417.
Bernardini (L.), 1007.
Bernheim (Dr), 957.
Bernstein (J.), 323.
Bernstein (S.), 466, 1005.
Berry (W.-G.), 622.
Berthelot (D.), 565.
Berthelot (M.), 103, 106, 362, 565, 566, 616, 665, 709, 750, 751, 1052, 1053, 1102, 1150.
Berthier (A.), 1103.
Bertiaux, 665, 713, 792.
Bertrand (Ch.-Eug.), 416, 792.

[1] Les noms imprimés en **caractères gras** sont ceux des auteurs des articles originaux.
Les **chiffres gras** reportent à ces articles.

Bertrand (G.), 102, 106, 275, 362, 627, 665, 706, 917, 1053, 1150, 1154.
Bertrand (P.), 1005.
Berwerth (F.), 50, 672.
Berzolari (L.), 795.
Bes (K.), 51.
Beulaygue (L.), 103, 363, 1053.
Bevan (E.-J.), 522.
Beyerinck (M.-W.), 215
Bezançon (F.), 614.
Bianchi (E.), 49, 795.
Bianchi (L.), 278, 368, 623, 1007.
Bichat (E.), 208, 319, 566, 616, 617, 791.
Bidwell (S.-H.), 669.
Biermann (O.), 624.
Bierry (H.), 274, 666, 711, 792, 835.
Bigart, 160.
Bigourdan (G.), 466, 517, 709, 834, 917
Bilinski (J.), 1055.
Billard (Arm.), 1151.
Billard (G.), 209, 274, 418, 419.
Billet (A.), 418, 518, 567, 666, 834, 959.
Billitzer (J.), 163, 278, 471, 624.
Billon, 418, 616.
Billy (M.), 47, 273, 1005, 1105.
Biltz (W.), 917.
Binet (Alfred), 916.
Binet du Jassoneix, 102.
Bisanti (Ch), 1006.
Bissérié, 711.
Blach, 470.
Blaise (E.), 162, 207, 362, 363, 420, 518, 750, 791, 959
Blaizot, 1104.
Blakesley (T.-H.), 276.
Blanc (A.), 44.
Blanc (G.), 55, 102, 158, 319, 363, 668, 710, 876, 954, 1053.
Blanchard (R.), 1006, 1151.
Blanksma (J.-J.), 472, 795.
Blaringhem (L.), 1152.
Blau (A.), 278.
Bloch (A.-M.), 45, 209, 519, 752.
Bloch (Eug.), 44, 210, 664, 665, 1053.
Blondlot (R.), 158, 272, 319, 362, 617, 664, 709, 710, 750, 1102.
Bloxam (W.-P.), 716.
Boccardi (G.), 278.
Bodin (E.), 1002.
Bodroux (F.), 104, 363, 617.
Boeckel (J.), 518.
Bœdtker (E.), 565.
Bogtan (S.), 664, 710.
Bohn (G.), 103, 104, 105, 159, **242** à **250**, 273, 274, 519, 566, 567, 618, 1005, 1006, 1053, 1054, 1102, 1103.
Boidin (A.), 44.
Boinet, 320, 419.
Bois (H. du), 277, 280.
Boissoudy (J. de), **815** à **823**.
Bolk (L.), 572.
Bolton (Ch.), 918.
Boltzmann, 1008, 1108.
Bonacini, 796.
Bone (W.-A.), 422, 569, 622, 1106.
Bonnema (J.-H.), 52.
Bonnes (J.), 46.
Bonnier (G.), 617.
Bonniksen (B.), 322.
Borcea (J.), 104, 616, 1053.
Bordas (F.), 417, 466, 567.
Bordas (L.), 752, 1104, 1151.
Bordas (V.), 751.
Bordenave (L.), 1151.
Bordier (H.), 42, 751, 1150.
Borel (E.), 104, 207, **431** à **440**.
Börnstein, 672, 755.
Bortolotti (E.), 795.
Borzi, 623.
Bosc (F.-J.), 46, 105, 209, 363, 418, 752, 793.
Bose (E.), 1052.
Bossert, 44.
Bottomley (J.-F.), 47.
Bouant (Émile), 788.
Bouasse (H.), **115** à **132**, 32 .
Bouchard (Ch.), 617.
Bouchet (Du), 752.
Bouchonnet (A.), 44.
Boudouard (O.), 44, 208, 834.
Bougault (J.), 1102.
Bouilhac, 103, 207.
Bouin (P.), 103, 104, 158, 159, 160, 209, 274, 320, 363.
Boule (M.), 103, 104, 273, 417
Boulouch (R.), 208.
Boulounié, 618.
Boulud, 104, 362, 917, 1005.
Bouman (L.), 920.
Bouquet de la Grye, 617.
Bourdeaux (L.), 1101.
Bourgeois (Cte R.), 161, **376** à **386**.
Bourguignon (M. et Mme), 618.
Bourion (F.), 362, 416.
Bourquelot (Em.), 518, 519, 617, 666, 8[illegible], 1102, 1103.
Bousfield (W.-R.), 366.
Boussinesq (J.), 103, 158, 272, 565, 834.
Boutan (L.), 44, 1103.
Boutroux (P.), 417, 664, 791, 792.
Bouty (E.), 46, 362, 709, 753.
Bouveault (L.), 158, **195** à **201**, 467, 518, 566, 619, 668, 709, 750.
Bouvier (E.), 100, 273, **331** à **345**.
Bouygues (H.), 103, 792.
Boy de la Tour, 787.
Boyer (Jacques), 611, 876.
Boy-Teissier, 752.
Brachin (M.), 751, 791.
Bramwell (J. Milne), 1149
Branca (Alb.), 46, 274, 364, 419, 519.
Branco, 794.
Brandeis (R.), 520.
Brasil (L.), 1005.
Brau, 419.
Brault (Dr J.), **898** à **909**, **931** à **943**.
Braun (F.), 323.
Braunmühl (A. von), 611.
Breal (E.), 959.
Brenans (P.), 44, 276, 664, 710, 713.
Breton (M.), 160.
Bricka, 320, 520.
Briggs, 46, 522.
Brillouin (Marcel), **22** à **29**, 1053.
Brinkman (C.-H.), 280.
Briot (A.), 210, 667, 752, 789, 1101, 1104.
Brissemoret, 1104.
Broca (André), 44, 225, 468, 565, 566, 567, 664.
Brochet (A.), 98, 159, 208, 272, 421, 518, 568, 617, 751, 1102.
Brodie (Th.-G.), 669.
Broeck (Ern. van den), 876.
Broek (A.-J.-P. van den), 324, 795.
Brögger, 362.
Brouardel (P.), 45.
Brouwer (L.-E.-J.), 423, 524.
Brown (H.-T.), 212, 470.
Browning (Carl H.), 794.
Brumpt (E.), 45, 46, 468, 519, 567, 666, 834, 1005, 1103.
Brunel (L.), 102, 321, 1150.
Brunet (Louis), 164.
Brunhes (Bernard), 316, 515, 518.
Brunhes (J.), 466.
Bruni (G.), 215, 796, 880.
Bruntz (L.), 160, 613, 792, 835.
Buchanan (J.-Y.), 521, 751.
Buchholz (H.), 471.
Budin (P.), 104, 618.
Buisson (H.), 44.
Bull (L.), 319, 416, 1150.
Bullier (L.-M.), 466.
Burch (G.-J.), 569.
Bureau (Ed.), 666, 1103.
Burgatti (P.), 49.
Burgess (C.-H.), 367, 422, 7[illegible]4.
Burgess (H.-E.), 422, 1055.
Burggraf (G.), 278.
Burke (Mlle K.-B.), 366.
Burrard (S.-G.), 669.
Burt (B.-C.), 1055.
Busquet (H.), 209, 419.
Bütschli (O.), 1008.
Byloff (K.), 624.

C

Cade (A.), 1151.
Cadiot, 273.
Cain (J.-C.), 106.
Calcar (R. P. Van), 424, 572
Caldecott (W.-A.), 1106.
Caldwell (R.-J.), 669.
Callandreau (O.), 272.
Callegari, 796.
Callendar (H.-L.), 276, 671.
Calmette, 158, 518, 1051.
Calvet (L.), 208.
Cameron (A.), 1055.
Camichel (C.), 792.
Campagne (Em.), 620.
Campbell (A.-W.), 213.
Camus (J.), 519, 567, 662, 793.
Camus (L.), 269, 468, 793.
Camus (M.), 46.
Candlot (E.), 41, 463.
Cannevel, 44.
Cantin (G.), 158.
Cantonnet, 519.
Capelli (A.), 795.
Capellini (G.), 796.
Capitan, 160.
Cari-Mantrand, 421.
Carmichael (G.-S.), 835.
Carmichael (H.), 48.
Carnegie (Andrew), 614.
Carnot (P.), 520, 667, 712, 1006, 1104, 1152.
Carpenter (R.-P.), 716.
Carpentier, 467.
Carpini (C.), 880.
Carracido (José R.), 562.
Carrasco (G.), 796.
Carré, 44, 47, 103, 208, 791, 1005.
Cartaud (G.), 44, 791, 834.
Carvallo (J.), 618.
Castel (du), 209.
Castex (E.), 516.
Castonnet des Fosses (Henri), 101.
Caullery (M.), 159, 209, 418, **591** à **610**, **895** à **898**.
Caussade, 419.
Caustier (E.), 286, 580.
Cavalié (M.), 160, 27[illegible], 520
Cavalier (J.), 416, 791.
Cazalbou (L.), 518.
Cazalis, 104.
Cesaro (E.), 523, 795.
Chabrié (C.), 44, 207, 208, 319, 416.
Chaine (J.), 160, 419, 712, 793.
Chaleil (P.), **1041** à **1046**.
Champetier de Ribes, 751.
Chapeau (L.), 362, 365.
Chapman (D.-L.), 367, 422, 7[illegible]4.
Chappuis (J.), 39.
Chaput, 467, 567.
Charabot (Eugène), 156, 208, 272, 421, 566, 661, 664, 709, 1005, 1103.
Charazais (P.), 667.
Charbonnier (Cte P.), 786.
Charlier (A.), 1103.
Charon, **410** à **448**, 1053.
Charpentier (A.), 44, 102, 103, 159, 207, 272, 273, 274, 319, 320, 362, 363, 416, 417, 419, 466, 518, 565, 567, 616, 618, 664, 709, 712, 7[illegible], 8[illegible]
Charpy (Dr A.), 705, 9[illegible]
Charpy (G.), 1148.
Charrin (A.), 272, 363, 418, 517, 520, 567, 750, 751, 792, 793, 833.
Chassagny (M.), 203.
Chasseloup-Laubat (de), 151.
Chassevant (A.), 46, 519, 712.
Chatin (J.), 834, 917.
Chattaway (F.-D.), 214, 276, 323, 422, 754, 1107, 1155.
Chaudot (A.), 1150.
Chauffard (A.), 751.
Chauveau, 269, 664, 665, 709, 710, 750, 791, 834, 959.
Chauveaud (G.), 273, 416, 1102.
Chauvel, 209, 666.

Chavanne (G.), 104, 276.
Chéneveau (C.), 664, 665, 792.
Chenu (J.), 467, 519, 750, 793.
Chesneau (G.), 467.
Chevalier, 160, 710, 752.
Chevrotier (J.), 362.
Chiari (H.), 1008.
Chikashige (M.), 276,
Chistoni (C.), 279, 796.
Chofardet (P.), 517.
Choflat (P.), 207.
Chomé (F.), 1146.
Choque (J.), 915.
Chree (C.), 276, 422, 568, 621.
Chrétien (H.), 517, 566, 710, 791.
Christmas (J. de), 274.
Chudeau (R.), **702** à **704**.
Ciamician (G.), 279.
Cingolani (M.), 279.
Clairin (J.), 709.
Clarke (G.), 1055.
Claude (H.), 667.
Clausmann (P.), 750, 792.
Claverie (P.), 416.
Clément (E.), 416, 666.
Clerc (A.), 159, 618, 667, 752.
Clerici (E.), 796.
Clerget (P.), 43, **132** à **143**, 173, 371, 372, 430, 530, 632, 677, 790, 841, 927, 966, 1114.
Cligny (A.), 1054.
Clos, 1052.
Cloud (T.-C.), 671.
Clowes (F.), 522.
Cluzet, 158.
Cobb (J.-W.), 214.
Coblentz (V.), 214.
Cohen (E.), 367.
Cohen (J.-B.), 213, 367, 422, 671, 1055, 1106, 1154.
Cohn (P.), 278.
Colardeau (E.), 612.
Colin (Léon), 1151.
Colin (Le P.), 518, 616.
Collie (J.-N.), 714, 716, 1055.
Collin (Léon), 45.
Collins (S.-H.), 163.
Colson (Alb.), 44, 321, 466, 518, 617, 751, 1102.
Colson (Clément), **299** à **303**.
Combes, 419.
Commandeur, 417.
Conduché (A.), 467, 520, 751, 791.
Considère, 466.
Contarini (M.-S.), 278.
Conte (A.), 158.
Contremoulins (G.), 618.
Cooper (W.-R.), 276.
Copeman (S.-M.), 522.
Coradin (E.), **182** à **184**.
Cordemoy (H. Jacob de), 103, 208, 710.
Cordier (Marcel), 667, 1104.
Cornaille (F.), 792.
Corner (E.-M.), 670.
Cornil (V.), 104, 209.
Corpechot, 274, 711.
Cotte (J.), 360, 752, 1104.
Cotton (A.), 665, 709.
Couchet (Ch.), 208.
Coudray (P.), 104.
Coupan (G.), 746.
Coupin (C.), 518.
Coupin (H.), 208.
Courmont (J.), 43, 46, 793.
Courmont (P.), 418.
Couroux (A.), 1006.
Courtade (D.), 320, 616, 666.
Courtot (A.), 791, 959.
Coutagne (G.), 44, 103, 159, 207, 664, 710.
Couturier (A.), 832.
Couvreur (E.), 1104.
Coyne, 160, 520.
Crémieu (V.), 319, 365, 466, 518, 1053, 1150
Crendiropoulo (M.), 418.
Cristiani (H.), 160, 274, 320, 752.
Crooker (J.-C.), 522.
Crommelin (C.-A.), 108.
Croneau (A.), 154.
Crookes (sir W.), 917.
Cross (C.-F.), 522.
Crossley (A.-W.), 276, 716, 1155.
Cuboni (G.), 50, 796.
Cuénot (L.), 99, **303** à **310**, 516, 613, 662, 712, 748, 788, 1003.
Culmann (P.), 876.
Cumming (A.-C.), 48.
Cunningham (Al.), 669.
Cureau (Dr A.), **638** à **652**, **679** à **695**.
Curie (P.), 159, 212, 362, 466, 565, 617.
Curie (Mme S.), 212.
Curtel (G.), 917.

D

Dagonet (J.), 1006.
Dainelli (G.), 1008.
Dakin (H.-D.), 1055, 1106.
Dale (H.-H.), 322.
Dalfsen (B.-M. Van), 920.
Dallmeyer (Thomas R.), 876.
Damaye, 519.
Dangeard, 159, 362, 566.
Daniel (L.), 273.
Daniele (E.), 49.
Daniels (C.-E.), 52.
Danne (J.), 362, 416.
Danysz (J.), 103.
Darboux (G.), 45.
Darby (J.-C.-H.), 267.
Darier, 319, 710.
Darwin (F.), 212, 793.
Darwin (G.-H.), 213.
Darzens (G.), 1102.
Dasseu (C.-L.), 660.
Dastre (A.), 1102, 1103.
Daublebsky von Sterneck, 163, 471.
Daunay (R.), 209, 519.
Dauphin (J.), 158, 879.
Dauphiné (A.), 319, 1150.
David (P.), 103.
Davies (A.-M.), 213.
Davies (S.-H.), 570.
Davis (B.-F.), 48.
Davis (O.-C.-M.), 276, 1107.
Dawson (H.-M.), 367, 622.
Dean (B.), 752.
Dean (G.), 1055.
Debierne (André), **11** à **22**, **60** à **71**, 272, 791, 959.
Debourdeaux (L.), 104, 158, 466.
Debus (H.), 1055.
Defacqz, 102, 159.
Deflandre (Mlle Cl.), 1152.
Dehérain (F.), 42, **310** à **314**, 516.
Dehérain (H.), 113, 526, **911** à **951**, 1002.
Delage (A.), 1151.
Delamare (G.), 567.
Delange (R.), 272, 275, 520, 616, 709.
Delaporte, 1054.
Delaunay (H.), 790.
Delbet (P.), 666.
Delcampana (D.), 50.
Delden (A. van), 215.
Delebecque (A.), 103, 1103.
Delépine (M.), 102.
Delezenne (C.), 103, 210, 320, 711.
Delorme, 711, 1151.
Demenge (Dr), 618.
Dembinski, 1151.
Demenge (E.), **71** à **83**, 513.
Demolis (E.), 39, 266, 716, 910, 1000.
Demoulin (A.), 158, 834.
Demoussy (E.), 207, 1102.
Denier, 419.
Denigès (G.), 665.
Dension, 423
Dépéret (Ch.), 103.
Derrien, 421, 519.
Dervin (E.), 208.
Desch (C.-H.), 716.
Deschamps (J.), 159.
Descudé (M.), 518, 709.
Desfontaines, 159, 363.
Desfosses (P.), 101, 615, 749.
Desgrez, 106, 1007, 1053, 1054, 1102, 1104.
Deshayes (Dr), 1151.
Deslandres, 44, 208, 617, 792, 1005.
Desmots (H.), 319, 363.
Detot (E.), 752.
Devaux (E.), 418.
Devaux (Henri), 364.
Devé (F.), 793, 1006, 1151.
Dewar (J.), 159, 213, 569, 620, 791, 834, 918.
Deyrolle (Emile), 1002.
Dhéré (Ch.), 835.
Dibdin (W.-J.), 570.
Dick (W.-D.), 367.
Diénert (F.), 317, 877.
Dieulafé (L.), 209, 274, 418, 419.
Dijk (G. van), 164.
Dillaye (Frédéric), 831.
Dillemann, 468.
Dilthey, 215.
Dinesmann, 1105.
Ditisheim (P.), 517.
Ditmar (R.), 324.
Dito (J.-W.), 920.
Ditte (A.), 616.
Divers (E.), 106.
Dixon (A.-C.), 669.
Dixon (A.-E.), 323, 622.
Dixon (H.-B.), 470.
Dobbie (J.), 106, 669, 716.
Dobrovici (A.), 711.
Doelter (C.), 163, 368, 672.
Dogiel (J.), 791.
Donau (J.), 107, 471,
Donnan (F.-G.), 366.
Dopter, 274, 618.
Doran (R.-E.), 276.
Dörfler (J.), 1108.
Dormaar (J.-M.), 795.
Dorp (G.-C.-A. van), 472.
Douglas (S.-R.), 521.
Doumer, 666.
Dourlen (J.), 1052.
Doutté (Edmond), 270, 465, 1050.
Douvillé, 103, 362, 517, 1103.
Douxami (H.), 208.
Doyen, 319.
Doyon, 103, 158, 160, 209, 273, 418, 467, 518, 519, 520, 666, 711, 750, 793.
Drapczynski (V.), 278.
Dreyer (G.), 664, 959.
Drugmen (J.), [illegible], 622.
Drysdale (C.-V.), 1155.
Drzewina (Mlle A.), 519, 751.
Dubard (M.), 791.
Duboc (E.), 462.
Dubois (Ch.), 274, 364, 468.
Dubois (E.), 108, 795, 1056.
Dubois (R.), 207, 209, 274, 319, 363, 418, 419, 519.
Dubreuil (L.), 44, 1102.
Dubuisson, 1006, 1007, 1052, 1104, 1152.
Duchemin (R.), 1052.
Duclaux (E.), 565, 567.
Duclaux (J.), 158, 319, 417
Ducloux (L.), 468.
Ducretet (E.), 275.
Duddell (W.), 569, 1154.
Dufet (H.), 618.
Dufour, 517, 518, 565, 567
Dufourt, 519.
Dufton (A.), 622.
Dugast (J.), **505** à **512**, **547** à **559**, 1049.
Duhem (P.), 44, 218, 319, 416, 417, 466, 517, 565, 616, 664.
Dumolard (H.), 209.
Dumont (J.), 159, 617.
Dumoulin, 712, 793.
Dunstan (A.-E.), 570
Dunstan (W.-R.), 570
Duparc (L.), 363, 750, 791
Dupouy (R.), 274.
Duquène (Emile), 706.

Durand (S.), 102.
Dureau, 959.
Duval (H.), 102.
Dyé (L.), 467.
Dyke (G.-B.), 1106.

E

Easterfield (Th.-H.), 570, 671.
Easton (C.), 919.
Eberhardt (Ph.), 517.
Eder (J.-M.), 268.
Edwards (R.-W.-K.), 522.
Effront, 714, 835.
Eginitis (B.), 566.
Egorov (D.-Th.), 466.
Ehrenfeld (R.), 1055.
Ehrenhaft (F.), 324.
Einthoven (W.), 472, 1055.
Ekenstein (W. Alberda van), 215.
Elliott (R.-H.), 521, 794, 835.
Enriques, 623.
Enriquez (Dr), 319.
Eredia (F.), 796, 1007.
Eriksson (J.), 710.
Esmonet, 468, 1151.
Espine (Ad. d'), 1053.
Everett (J.-D.), 276, 569.
Ewan (Th.), 367.
Ewing (J.-A.), 468.
Exner (A.), 324, 672.
Exner (F.), 50, 471.
Eykman (E.-H.), 108.

F

Fabre (L.-A.), 103.
Fabre (Paul), 467.
Fabry (Ch.), 102, 362, 417, 665.
Fabry (L.), 208.
Fage (L.), 617.
Fairmaire (L.), 99.
Falciola (P.), 368.
Farman (M.), 517.
Farmer (J.-B.), 213.
Farmer (R.-C.), 48, 1155.
Farrelley (O.), 709.
Faton, 208, 1102, 1150.
Fauré (Em.), 467, 567, 752, 793.
Fauré-Fremiet (E.), 1054, 1103, 1104, 1151, 1152.
Favé, 467.
Favrel (G.), 161.
Fawsitt (Ch.-Ed.), 323, 622, 1106.
Fayet (G.), 517.
Fayrer (Sir J.), 714.
Fehr (H.), 97, 426, 358, 1000.
Fenestrier, 273.
Féré (Ch.), 467, 518, 835, 1006.
Fernbach (A.), 103, 272, 417.
Fernet, 752.
Ferré (G.), 793.
Ferret (P.), 273, 274, 320, 419, 567.
Ferrus, 158.
Féry (Ch.), 420, 1104.
Figard (L.), 833.
Findlay (Al.), 366.
Finnemore (H.), 716.
Fischer (C.), 470, 879.
Fischer (F.), 413.
Fisher (H.-K.-C.), 267.
Flahault (C.), 362, 956.
Flandrin (F.), 210.
Fléchet (M.), 1102.
Fleming (J.), 470, 671.
Fleurent (E.), 102.
Fliche, 45, 710.
Fliegner (A.), 358.
Flixe, 714.
Florentin, 419.
Floresco (P.), 1152.
Flusin (G.), 1151.
Foà (C.), 50, 624.
Foà (Mlle A.), 368, 1007.
Foek (A.), **251** à **265**.
Forchheimer (Ph.), 163.
Forcrand (de), 158, 1103.
Ford (J.-S.), 522, 570.
Forel (F.-A.), 363.
Fornara (C.), 880.
Forster, 276, 470, 522, 671, 1107.
Fortin, 665, 712.
Fortineau (Ch.), 1054.
Fortner (M.), 471.
Fosse (R.), 207, 319, 517, 750, 1005.
Foucault (Dr), 618.
Fouët (Ed.-A.), 97.
Fouqué, 362.
Foureau (F.), 665.
Fourneau (E.), 416, **850** à **858**.
Fournier (vice-amiral), 1150.
Fournier (G.), 1150.
Fournier (V.), 1150.
Foveau de Courmelle, 104.
Fowler (A.), 569.
Fox (J.-J.), 213.
Fraichet (L.), 208.
Franchimont (A.-P.-N.), 1008.
Franchis (M. de), 795.
Francis (F.-E.), 276, 570, 1107.
Franco (S. di), 796.
François (M.), 44.
François-Franck (Ch.-A.), 45, 159, 160, 210, 364, 567, 618, 666, 711, 752, 792, 1054.
Frankland (P.-F.), 470, 1107, 11[illegible].
Fraser (Malcolm A.-C.), 954.
Fraser (sir Thomas R.), 794.
Frémont (Ch.), 1150.
Freundler (P.), 207, 275, 321, 566, 617, 619.
Friedel (G.), 751, 791, 792, 879, 1005.
Friedel (J.), 518.
Friedman (H.), 1008.
Friend (A.-N.), 422, 1106.
Friswell (R.-J.), 323.
Fritel (P.-H.), 515.
Fritsch (R.), 624.
Frobenius, 423.
Froidevaux (H.), 1002.
Froin (G.), 105, 712, 1006, 1103.
Froment (J.), 46.
Frouin (A.), 274, 320, 418, 468, 618.
Fruictier (Paul), 224.
Fubini (G.), 523, 880, 1007.
Fusari (R.), 624.

G

Gagnière, 319.
Gaille, 208, 275.
Gaillard (G.), 417.
Gaillard (L.), 618, 1054.
Gain (Ed.), 42.
Galeati (D.), 880.
Galeotti (G.), 279, 368, 880.
Galimard (J.), 646.
Galland, 273, 320.
Gallerand (R.), 518.
Gallo (G.), 796.
Ganot, 746.
Gard (M.), 955.
Gardner (W.-M.), 622.
Garelli (F.), 368.
Gariel, 160, 269.
Garnier (Ch.), 45, 46, 160.
Garnier (L.), 274.
Garnier (M.), 46, 519, 711, 712, 835.
Garrett (A.-E.), 715.
Garrett (C.-A.-B.), 621.
Garrigou (F.), 517, 665.
Garrigue (L.), 417.
Garros (F.), 710.
Garry (H.-S.), 716.
Gasnier (Paul), 102.
Gasperini (O.), 880.
Gatecliffe (J.), 1106.
Gatin (C.-L.), 319, 666.
Gatin-Gruzewska (Mme Z.), 665, 917, 1151.
Gaudry (A.), 45, 103.
Gault (H.), 750, 959.
Gaultier (R.), 518.
Gauthier (D.), 102, 362.
Gauthier (J.-C.), 320.
Gautier (A.), 106, 750, 792, 1053.
Gautier (Cl.), 46, 711, 1104.
Gautier (L.), 413.
Gautrelet (J.), 418.
Gavard, 752.
Gay (Alfred), 267, 413, 1098.
Gayet, 792.
Geay (F.), 712.
Gehrcke (E.), 623.
Geikie (sir A.), 212.
Geiser (C.-F.), 571.
Gellé, 419.
Gemmel (G.-H.), 422.
Gendre (E.), 793.
Gengou (O.), 466.
Gentes (L.), 46, 1054.
Gentil (L.), 792, 834.
Genvresse (P.), 566.
Gérard (E.), 667.
Gerber (C.), 751, 752, 791.
Gernez (D.), 709, 791.
Gerrits (G.-C.), 920.
Gessard (C.), 319, 416, 1005, 1006, 1007.
Geuns (J.-W. von), 215.
Geyer (G.), 108.
Gheury (E.-J.), 671.
Ghilarducci (F.), 880.
Giard (A.), 104, 159, 274, 320, 418, 518, 712, 1148.
Gibello, 421, 566.
Gifford (J.-W.), 521.
Giglio-Tos (Dr Ermano), 563.
Gilbert (A.), 46, 159, 209, 364, 418, 519, 666, 667, 711, 752, 1007, 1054, 1103, 1151.
Gill (sir David), 212.
Gimel (G.), 466.
Girard (Ch.), 1099.
Girard-Mangin (Mme), 617, 666, 667, 711, 752, 792, 1152.
Girello, 158.
Giustiniani, 103, 207, 959.
Glangeaud (Ph.), 157, 360, 370.
Glazebrook (R.-T.), 276, 569, 911.
Gleichen (A.), 98.
Gley (E.), 45, 465, 664, 752, 1102, 1103.
Glogau (A.), 368.
Glover (Dr), 670.
Gmo-Salazar, 792, 835.
Godchot (M.), 1005.
Godefroy (L.), 103, 104, 467.
Goeldi (Dr Emilio A.), 662.
Goldstein (E.), 571, 672, 1108.
Golesceano, 319.
Gomont (M.), 159.
Goodson (Mlle E.-E.), 622.
Goodwin, 362, 421, 668.
Gorczynski (L.), 207.
Gordan, 517.
Gornall (F.-H.), 671.
Gorter (M.-A.), 424.
Gosio (B.), 624, 796.
Gosselet (J.), 751.
Gouget, 105.
Gouin (A.), 46, 364, 519.
Gouraud, 274.
Gourmand, 709.
Goursat (E.), 44.
Gradenwitz (Alfred), 49, 107, 163, 215, 278, 324, **345** à **350**, 367, 423, 470, 471, 523, 571, 672, 794, 795, 879, 880, 919, 1012, 1108, **1140** à **1145**.
Graetz (L.), 1107.
Gramont (A. de), 203, 751.
Grancher, 710.
Grand'Eury, 273, 362, 363, 416, 710, 1053.
Granger (A.), 319, 751.
Grassi, 279, 423, 796, 1007.
Grassot (E.), 420.
Gravier (Ch.), 959.
Gray (A.), 620, 670, 672.
Gray (Th.), 716, 1055.
Green, 366, 412, 1055.
Green (Alan B.), 670.
Greenhill, 321.

Gregory (R.), 365.
Gréhant (N.), 418.
Greig (E.-D.-W.), 670.
Greilach (P.-H.), 471.
Grenet (H.), 45, 46, 752.
Grenet (L.), 959.
Griffin (M.-L.), 367.
Griffon (Ed.), 158.
Grignard (V.), 158, 517.
Grille, 103.
Grimal (E.), 363, 1103.
Grimbert (L.), 518.
Gröger (M.), 624.
Gros, 47, 160, 1151.
Grossmann (J.), 162.
Grosvenor (G.-H.), 212.
Grosvenor (W.-M. junior), 622.
Groth (Dr Lorentz Albert), 317.
Gruet (Ch.), 97.
Grunberg (V.), 278.
Grüneisen, 755.
Grunmach (L.), 918.
Gruvel (A.), 710, 750.
Gruvel (G.), 751.
Gryns (G.), 52.
Guébhard (A.), 272, 1152.
Guédras (M.), 518, 617, 792.
Guépin (A.), 959.
Guglielminetti, 105, 711.
Guglielmo (G.), 49, 279.
Guiart (J.), 1006.
Guichard, 207, 272, 416.
Guilbert (C.-F.), 316.
Guillaume (Ch.-Ed.), 47, 166, 204, 320, 528, 619, 676, 911, 925, 958, 1000.
Guillaume (J.), 207, 417, 517, 792, 1005, 1150.
Guilleman, 421.
Guillemin (A.), 103, 416.
Guillet (L.), 44, 208, 665, 834, 917, 959.
Guilliermond (A.), 418, 835, 1150.
Guilloz (Th.), 160, 567, 618, 712, 835.
Guinchant, 566, 710, 791.
Guiraud, 834.
Guntz, 959.
Guttmann (O.), 162, 672.
Gutton (C.), 207, 208, 319, 467, 665.
Guye (Ch.-Eug.), 155, 917.
Guye (Ph.-A.), 517, 566, 664, 1052, 1147.
Guyon (F.), 320, 616, 666.
Guyot (A.), 159, 162, 208, 321, 566, 620, 710, 959.

H

Hackford (J.-E.), 622, 1107.
Hadamard (J.), 39, 44, 315.
Haga (T.), 106.
Hagen (E.), 324.
Haitinger (L.), 672.
Haliff (Mlle E.), 1006.
Hall (A.-D.), 716.
Haller (A.), 102, 106, 155, 208, 273, 321, 565, 566, 620, 709, 710, 750, 959.
Hallion, 792.
Hallopeau (L.-A.), 791.
Halluin (M. d'), 792, 793.
Hamburger (H.-J.), 791, 1056.
Hamonet, 106, 417, 467, 665, 710.
Hamy (M.), 466, 467, 565.
Hann (A.-C.-O.), 106, 367, 1055.
Hann (J.), 278, 624.
Hannay (J.-B.), 422.
Hanriot, 276, 517, 520.
Hanson (E.-K.), 276, 1106.
Hardwick (W.-R.), 422.
Harger (J.), 1107.
Harker (J.-A.), 469.
Hartley (E.-G.-J.), 715.
Hartley (P.), 671.
Hartley (W.-N.), 716, 1155.
Hartmann (Henri), **34** à **38**.
Hartmann (J.), 423.
Hartog (M.), 664.
Harvey (T.-F.), 622.
Hasenöhrl (F.), 367, 624.
Hatt, 668.
Haug (E.), 103, 517, 665, **842** à **850**, 1103.
Haussmann (K.), 755.
Hawthorn (Ed.), 210.
Hayem (G.), 209.
Hébert, 99, 106, 208, 317, 709, 832, 1005.
Heckel (E.), 103, 272, 1103.
Hedin (Dr Sven), 832.
Heim (P.), 363, 835.
Heinisch (W.), 471.
Helbronner (P.), 1052, 1150.
Helmert, 794.
Hemmelmeyer (F. von), 624.
Hemptinne (At. de), 416.
Henderson (G.-G.), 1055.
Henneguy (F.), 209.
Henning (F.), 470.
Henri (V.), 45, 46, 47, 105, 273, 274, 319, 363, 416, 419, 617, 666, 667, 711, 712, 752, 792, 834, 835, **1005** à **1030**, 1054, **1066** à **1081**, 1104, **1129** à **1140**, 1150, 1152.
Henrich (F.), 324, 1108.
Henriet (H.), 159, 566, 710.
Henry (Ch.), 102, 466, 709, 1053, 1102, 1151.
Henry (Louis), 159, 467.
Henseval (Dr), 832.
Hepp (M.), 274.
Hepperger (J. von), 107.
Herdmann (W.-A.), 1100.
Hérissey (H.), 518, 519, 1102, 1103.
Hérisson (A.), 44.
Herlitzka (A.), 880.
Herpin (A.), 519.
Herrenschmidt (H.), 1005, 1102.
Herrera (A.-L.), 915.
Herscher (M.), 46, 519.
Hertwig (O.), 570.
Hervé (H.), 709, 710.
Hervieux (Ch.), 519, 709.
Hérying, 45, 209.
Herz (N.), 368, 1108.
Herzig (J.), 471, 624.
Herzog (R.-O.), 51.
Heurteau, 1102.
Hewitt (J.-T.), 213, 622.
Hibbert (H.), 106, 754.
Hildebrandsson, 514.
Hittorf (J.-W.), 212.
Hnatek (Ad.), 471.
Hocevar (F.), 416, 471.
Hoek (P.-P.-C.), 920.
Hœrnes (R.), 624.
Hofer (H.), 471, 672.
Hoff (Van't), 571.
Hoffmann (K.), 665.
Höhnel (F. von), 1008.
Holbling (V.), 98.
Holetschek (J.), 1055.
Holland (Th.-H.), 669.
Hollard (A.), 41, 47, 158, 211, 613, 665, 713, 714, 747, 792.
Holleman (A.-F.), 108, 215, 324, 424, 472, 920, 1008.
Holmes (J.), 106.
Holroyd (G.-W.-F.), 323.
Honda (K.), 568.
Hopwood (A.), 622.
Horn (G.), 471.
Hornung (Th.), 751.
Horton (F.), 621.
Houard (C.), 104, 317.
Houdas, 617.
Houdet, 665.
Howard (B.-F.), 277
Howard (D.), 470.
Hubert (H.), 792.
Hubner (J.), 470.
Hubrecht (A.-A.-W.), 572.
Huchard (H.), 1151.
Hudson (O.-F.), 622.
Huggins (sir William), 212.
Hugot (C.), 710.
Hugounenq (L.), 517, 750.
Humbert (G.), 202, 667, 1047.
Huon, 320, 752.
Hussak (E.), 624.
Hutton (R.-S.), 277.
Hyde (F.-S.), 422.
Hyle (T.-R.), 1106.

I

Iliovici, 617.
Imbeaux (Dr Ed.), 317.
Imbert (A.), 792.
Imbert (L.), 792
Ingle (H.), 522, 1106.
Inglis (J.-K.-H.), 836.
Irvine (J.-C.), 1055.
Istvanfi (G. de), 319, 362
Ivert (Dr A.), 414.
Ives, 1104.

J

Jaccoud, 45, 1151.
Jackson (D.-D.), 622.
Jackson (F.-H.), 213.
Jacob, 566, 1150, 1151.
Jacobsohn (D.), 519.
Jacot-Guillarmod (Dr J.), 661.
Jacquet, 209.
Jaeger (F.-M.), 108, 795, 920.
Jaffé (A.), 423.
Jäger (G.), 163, 367, 1108.
Jagot (Albert), 1104.
Jahnke (E.), 524.
Jammes (L.), 709, 791.
Janczewski (Ed. de), 751.
Janet (Paul), 787.
Janet (Pierre), 792.
Janse (J.-M.), 1156.
Janssen (J.), 207.
Japp (F.-R.), 1107, 1155.
Jaquerod (A.), 517, 710, 750, 1053.
Jarre, 104.
Jaubert (G.-F.), 1053.
Javal, 45, 105, 259, 418, 419, 793, 1006, 1104.
Jeandelize (P.), 160.
Jeannel, 417.
Jeanselme (L.), 1101.
Jégou (P.), 272.
Joannès (A.), 664, 792.
Jobin, 468.
Joffrin (H.), 417.
Joffroy, 1053.
Johnson (F.-M.-G.), 48.
Johnson (K.-R.), 879.
Jolly, 105, 208, 835, 1054.
Jolly (C.-J.), 669.
Jomier (J.), 418, 1007, 1103, 1151.
Jones (D.-T.), 1154.
Jones (H.-O.), 213.
Jonker (H.-G.), 1056.
Jordan (C.), 319, 416.
Joseph (A.-F.), 622.
Josias, 1053.
Josué (O.), 1152.
Joteyko (Mlle J.), 102, 567, 1102.
Jouaust (R.), 791.
Joubin (L.), **174** à **182**.
Jouguet, 709, 750, 1053.
Jouhaud (L.), 210.
Jouon, 752.
Jousset (P.), 1104.
Jouty (A.), 103, 160.
Jowett (H.-A.-D.), 214, 276.
Julius (W.-H.), **480** à **495**, 755, 920, 1155.
Jully (A.), 561.
Jumelle (H.), 41, 915.
Jungfleisch (E.), 710, 751.
Jungius (C.-L.), 472, 572.

K

Kaas (K.), 1108.
Kachpérov Macaigne (Mme de), 710.
Kamerling Onnes, 108, 472, 920, 1155

Kaunapell (A.), 1005.
Kapteyn (J. C.), 280.
Kapteyn (W.), 279.
Kareff (N.), 158, 160, 209, 273, 274, 418, 467, 518, 519, 520, 666, 711.
Karpen (N.-V.), 272, 420.
Keesom (W.-H.), 51, 108.
Kelsch, 467, 792, 1053.
Kempe (A.-B.), 212.
Kenner (J.), 622.
Kenzie (A.-L.-M.-C.), 323.
Kermorgant, 45, 319, 467, 752.
Kidston (R.), 213.
Kieffer (J.-J.), 99.
Kiesow (F.), 50, 368.
Kipping (F.-S.), 106, 214, 323.
Kirchbaum (F.), 163.
Kirmisson, 418.
Klein (C.), 571.
Kling (A.), 467, 520, 565, 619, 1052, 1154.
Klobb (T.), 416.
Klug (L.), 1008.
Kluyver (J.-C.), 50, 1008.
Knapman (H.), 917.
Knett (J.), 624.
Kœnig (Dr E.), 209.
Kœnigs (G.), 1053.
Kohlrausch, 470, 755.
Kohn Abrest, 1052.
Kohn (S.), 1008.
Kohnstam (Ph.), 571.
König (Julius), 1000.
Königsberger, 470.
Korteweg (D.-J.), 755.
Kossmat (F.), 368.
Kowalski (J. de), 102, 272, 275.
Krantz (L.), 1104, 1152.
Krauss (R.), 417.
Krempf (A.), 664, 1053.
Kreusler (H.), 795.
Krogh (A.), 1102.
Kronecker (H.), 102.
Kropatschek (W.), 672.
Krouchkoll, 616.
Kuenen (J.-P.), 51.
Kunckel d'Herculais, 665, 666.
Kunst (J.), 164.
Kunstler (J.), 419.
Kurlbaum (F.), 107.
Kuyper (H.-P.), 795, 1156.

L

Laar (J.-J. Van), 51, 280, 920.
Labbé (Alph.), 104, 710.
Labbé (H.), 616, 665, 1103.
Labbé (Marcel), 43, 100, 614, 1054.
Labergerie, 1151.
Laborde (A.), 565.
Laborde (J.), 159.
Laboulais (A.), 159.
Lacombe (H.), 104, 362, 565.
Lacroix (A.), 103, 104, 417, 1150.
Ladreyt (F.), 666, 792.
Lagarde (Dr), 320, 518.
Lagatu (H.), 1151.
Lagrange (Dr), 666.
Lagrifloul, 104, 618, 711.
Laguesse (E.), 273, 1007, **1082** à **1097**.
Lalou (S.), 46, 105, 274.
Laloue (G.), 566, 664, 1103.
Lambert, 159, 361, 362, 363, 567, 666.
Lambling (E.), 562, 912.
Lamy, (H.), 45, 835.
Lancereaux, 363, 711, 751.
Lançon (J.), 1095.
Landau (Ed.), 919.
Lander (G.-D.), 671, 1154.
Lane (J.-H.), 1154.
Lane (M.-J.), 1107.
Lang (H.), 1156.
Langelaan (J.-W.), 795.
Langevin (P.), 47, 160, 1053, 1153.
Langley (J.-N.), 366.
Langlois (J.-P.), 45, 418, 835.
Langstein (L.), 471.
Lannelongue, 273, 466, 917.
Lapicque (Louis), 465, 519, 666, 835, 1054.
Lapie (Paul), 878, 916.
Laporte, 616.
Lapworth, 106, 367, 1055, 1155.
Larcher (O.), 105.
Larguier des Bancels (J.), 956.
Larmor (J.), 212, 621.
La Rosa (M.), 880.
Lasserre, 834.
Latarget (A.), 1151.
Lauder (A.), 106.
Lauder Brunton (Sir), 714.
Laufer, 209, 274, 1053.
Laulanié, 1152.
Launay (L. de), 99, 103, 159, 207, 363, **386** à **404**, 464, 517, 613.
Launois (P.-E.), 46, 468.
Launoy (L.), 159, 274, 468, 616, 750, 1005, 1054.
Laur (F.), 1151.
Laurent (Ch.), 273.
Laurent (Em.), 319.
Laurent (J.), 667.
Laurent (L.), 463, 1157.
Lauriol (P.), 468.
Laussedat (A.), 616, 710, 834, 875.
Laussedat (Dr), 618.
Lauth (Ch.), 620.
Lauth (G.), 566.
La Vaulx (H. de), 709.
Lavaux (J.), 1150.
Laveran (A.), 159, 273, 363, 416, 417, 468, 518, 710, 712, 751, 834, 878, 959, 1006, 1050, 1052.
Lavergne (G.), **30** à **33**, 98, 155, 203, 514, 746, 911, 1147.
Laws (H.-E.), 1154.
Leach (F.-P.), 754.
Leau (L.), 1005.
Lebailly (C.), 959, 1005.
Lebar (Léon), 1101.
Lebeau (P.), 102, 664, 665.
Le Bec, 363.
Lebert (Eug.), 664.
Lebesgue (H.), 102, 710, 952.
Lebon (E.), 923.
Lecaillon (A.), 1151, 1152.
Le Chatelier (Alfred), **83** à **86**, 271.
Le Chatelier (H.), 1103.
Lecher (E.), 367.
Leclerc du Sablon, 103.
Leclère (A.), 158, 362.
Lecoq de Boisbaudran, 1150.
Lecornu (L.), 319, 561, 616, 617, 1052, 1053.
Le Damany, 273, 663, 1053.
Le Dantec (A.), 1054.
Le Dantec (F.), 46.
Ledebur (A.), 40, 1147.
Le Dentu, 273.
Le Double (Dr A.-F.), 708.
Ledoux (P.), 664.
Leduc (S.), 568, 1150.
Lees (F.-H.), 522.
Lefas, 1104.
Lefèvre (J.), 45, 159, 618, 667, 711, 1151.
Léger (L.), 417, 666, 1054.
Leighton (A.-E.), 522.
Lelieuvre (M.), 202, 706, 953, 1048.
Lemoine, 207, 362, 365, 468, 668, 792.
Le Monnier, 618.
Lemoult (P.), 417, 466, 517, 566, 750, 751, 834, 879, 1005, 1150.
Léonardon (H.), 474.
L'Eost, 709.
Lépine (R.), 104, 209, 362, 917, 1005.
Le Play, 274, 363, 418, 711, 792.
Lerch (M.), 466.
Lereboullet (P.), 666, 711, 752, 1054, 1151.
Leredde (L.-E.), 157, 418.
Léri, 520.
Leriche (R.), 1006.
Le Roux (F.-P.), 617, 791.
Leroux (H.), 1052.
Le Roux (J.), 102.
Lesage, 519, 567, 618, 666, 667, 711.
Lesieur (Ch.), 1104.
Lesné (Ed.), 752, 793, 835.
Lesné (P.), 711.
Lespieau (R.), 272, 517, 568, 1052, 1105.
Le Sueur (E.-A.), 470.
Le Sueur (H.-R.), 214, 671, 1107.
Letheule (P.), 316, 359, 661, 706, 747.
Létienne (Dr A.), 361, 614, **991** à **999**.
Letulle (M.), 274.
Levaditi (C.), 45, 417, 666.
Le Vavasseur, 1150.
Leven (G.), 419.
Lévi Civita (T.), 523, 623.
Lévy (Lucien), 317.
Levy-Salvador (P.), 660.
Lewis (W.-H.), 422, 1155.
Lezé (R.), 270, 787, 832.
Libert (L.), 917, 1103.
Lieben (A), 1008.
Liebschutz, 164.
Liétard (A.), 319.
Lilienfeld, 879.
Limon, 835.
Linder (S.-E.), 716.
Lindet (L.), 106, 273, 669, 665, 1102, 1154.
Ling (A.-R.), 48.
Linossier (G.), 160.
Linsbauer (K.), 324.
Liouville (R.), 787.
Lippmann (A.), 159, 209, 364.
Lippmann (G.), 517, 1053.
Livon (Ch.), 210, 419, 752, 1104.
Lobry de Bruyn (C.-A), 424, 572, 795.
Lockyer (Sir N.), 469, 669, 836, 917.
Lockyer (W.-J.-S.), 469, 669, 917.
Locquin, 520, 566, 619.
Lodge (O.), 322.
Lodin (A.), 1103.
Lœbl (E.), 278.
Lœper (M.), 210, 468, 519, 711, 1151.
Lœwy (M.), 158, 796, 1150.
Loir (Adrien), 415.
Loisel (G.), **86** à **96**, **144** à **153**, 160, 414, 418, 419, 667, 751, 791, 793.
Lombroso, 418, 793.
Londe (Albert), 562.
Lopez (B. Gutierrez), 749.
Lorand (A.), 418, 468, 1151.
Lorentz (H.-A.), 524.
Lorié (J.), 324, 424, 572.
Lortat-Jacob, 160, 1104.
Lortet, 750.
Löschardt (J.), 624.
Louis (H.), 107.
Louste (A.), 210.
Loverdo (J. de), 617.
Lovisato (D.), 279, 880.
Lowe (F.-H.), 522.
Lowell (P.), 1052.
Lowenthal (N.), 877.
Lowit (M.), 1055.
Lowry (Th.-M.), 570.
Lubac (Em.), 878.
Lucas-Championnière (J.), 417, 751.
Lugeon (M.), 1103.
Lumière (A.), 362, 616.
Lumière (L.), 362, 616.
Lummer (O.), 48, 277, 523.
Lustig (A.), 279.
Luther (R.), 755, 1099.
Luttringer (A.), 959.

M

Maccarone (F.), 796.
Macé de Lépinay (J.), 44, 104, 416.
Machart, 158.
Machat (J.), 101, 206, 414, **767** à **773**, 914, 955.
Mache (H.), 471, 1156.
Mackenzie (J.-T.), 622.
Macnab (W.), 522.
Macoun (John), 788.
Mader, 664.

Magini (R.), 49, 568.
Magri (L.), 523, 796.
Maithe (A.), 207, 272, 616, 792.
Maillard (L.), 45, 911, 959.
Maillet (Edm.), 207, 272, 466, 517.
Maire (R.), 274, 567, 618.
Maitland (W.), 1107.
Majorana (Q.), 368, 880.
Malaquin (A.), 417.
Malassez (L.), 752, 793, 1152.
Malclès (L.), 1053, 1150.
Malfitano (G.), 46, 160, 1103.
Mallet (Ed.), 517.
Mallock (A.), 213, [illegible]
Malloizel, 711, 712, 835.
Malmgrem (S.-M.), 360.
Mameli (E.), 796, 1007.
Mancini (Ernesto), 50, 279, 368, 523, 624, 796, 831, 880, 1008.
Mandoul (H.), 709, 748, 791.
Manea, 1006.
Maneuvrier, 746.
Mangin (L.), 204, 273.
Manouvrier, 418, 419.
Manouvriez (A.), 518.
Manson (Patrick), 708.
Maquenne (L.), 102, 103, 106, 159, 208, 273, 362, 421, 665, 668, 707, 709, 1102, 1154.
Marage, 272, 567, 1102.
Marboutin, 467.
Marceau (F.), 565, 616, 710, 750, 959.
March (F.), 709, 750.
Marchadier (L.), 320, 617, 666.
Marchais (Dr), 666, 792.
Marchal (P.), 418, 712.
Marchand (E.), 791.
Marchand (L.), 1006.
Marchi (L. de), 795.
Marchis (L.), 202, 747, 910, 1098.
Marcolongo (R.), 831.
Marey, 105, 269, 565, 567, 618.
Marie (A.), 468, 711.
Marie (C.), 208, 363, 566, 709, 954, 1005, 1099.
Marignac (J.-C. Galissard de), 203.
Marinesco (Dr G.), 363, 418, 518, 792, 1103, **1116** à **1129**, 1151.
Marmorek (A.), 105, 160.
Marquis (R.), 208, 363, 876.
Marshall (A.), 277, 671, 836.
Marshall (H.), 669.
Marshall (J.), 422.
Martel (E.-A.), 45, 273, 467, 834, 1052 1151.
Martin (Em.), 74[illegible]
Martin (K.), 32[illegible]
Martinelli (G. [illegible] 880.
Martiny (E.), [illegible]
Martonne (E. de), 517, 617, 751, 792.
Marx (E.), 107.
Mascart (J.), 1150.
Mascart (L.), 1099.
Massee (G.), 365.
Mathesius (W.), **889** à **895**.
Mathias (E.), 791, 792.
Mathieu (X.), 320, 419, 567.
Matignon (C.), 44, 47, 104, 276, 362, 416, 421, 1053.
Matsumoto (H.), 276.
Matthey (Ed.), 469.
Matthews (J.-M.), 367.
Maunoury, 417.
Maurain (Ch.), 416, 713, 9[illegible]
Maurange (Dr Gabriel), 564, 665.
Maurel (E.), 45, 46, 519, 567, 618, 667, 711, 752, 1006, 1007, 1054, 1104, 1152.
Maurel (L.), 1103.
Mauté (A.), 666.
Mavrojannis, 46.
Maxwell Garnett, 715.
Mayer (A.), 45, 46, 105, 273, 274, 419, 666, 711, 752, 835, **1015** à **1030**, **1066** à **1081**, **1129** à **1140**, 1150.
Mayer (Ch.), 665.
Mayet, 1053.
Mazé (P.), 664, 791, 879.
Mazzuchelli (A.), 4[illegible]
Mc. D. Macky (W.), 570.
Mc Gill (A.), 470, 570.
Mc Intosh (D.), 671, 714.
Mc Kee (G.-W.), 48, 570.
Mc Kenzie (Al.), 1055.
Mc Lellan (B.-G.), 570.
Megliola (G.), 50.
Meige (Dr Henry), 157, 205, **448** à **461**, 663, 887, 958.
Meilink (B.), 920.
Meillère (G.), 105.
Meldola (R.), 470, 1154.
Mellor (J.-W.), 367, 671, 1106.
Ménétrier, 666.
Mengel (O.), 103.
Mercanton (P.-L.), 664.
Merceron-Vicat, 463.
Mercier (L.), 618, 712.
Mercier (P.-Ad.), 1147.
Mérieux, 468.
Merk (L.), 50.
Meslin (G.), 467, **584** à **593**, **652** à **659**.
Mesnager (M.-A.), 104.
Mesnil (F.), 159, 209, 416, 418, **594** à à **610**, 834, 878, **895** à **898**, 915, 1006, 1050.
Metchnikoff (E.), 665.
Metz (G. de), 834.
Meunier (J.), 363.
Meunier (L.), 102, 160, 273.
Meunier (St.), 103, 159.
Meyer (A.), 416, 835.
Meyer (Ed.), 104, 207, 273, 274, 320, 417, 567, 666.
Meyer (F.), 10[illegible]2.
Meyer (H.), 324, 471.
Meyer (J.), 466, 616, 664, 791.
Meyer (St.), 624.
Meyerhoffer, 571.
Meyrick (Ed.), 669.
Michel (Ch.), 616, 667.
Michel-Lévy (H.), 272.
Micheli (F.-J.), 1103.
Michon (J.), 666.
Micklethwait (Mlle F.-M.-G.), 276, 570, 1055.
Mignon (Maurice), 45.
Mignot (Dr Roger), 1149.
Millau (E.), 1053.
Miller (G.-A.), 466.
Miller (J.), 213, 1154.
Millochau, 664, 1005, 1052.
Millosevich, 49, 368, 523, 795.
Mills (E.-J.), 672.
Minguin (J.), 44, 161, 319.
Mioni (G.), 46, 105, 210, 418, 567, 711.
Miquel (P.), [illegible] 7[illegible]1.
Mirande (M.), 1105.
Mittag-Leffler (G.), 278, 466.
Mœhlenbruck, 566.
Moissan (H.), 102, 207, 211, 363, 416, 417, 467, 566, 616, 665, 709, 1008, 1052, 1053.
Moitessier (J.), 1054, 1151.
Molisch (H.), 1008.
Moll (J.-W.), 1156.
Moll van Charante (J.), 1008.
Molliard (M.), 273, 1102, 1103.
Mond (R. L.), 272.
Monfet (L.), 45.
Monfrin, 45.
Mongour (Ch.), 46, 419, 1054.
Monier, 329
Monnier (D.), 155.
Monnory (H.), 430.
Monod (Ch.), 518, 752.
Mont (A.), 164.
Montagnard (V.), 43.
Montagne (P.-J.), 1008.
Montana y Florez, 467.
Montangerand (L.), 319.
Montel (P.), 272.
Montessus de Ballore, 101, 272, 417, 617, 792, 1052, 1102.
Moore (Benjamin), 669.
Moore (C.-W.), 48.
Moore (J.-E.-S.), 213.
Moore (R.-W.), 622, 1107.
Morache (G.), 878.
Morat, 710.
Morawetz (W.), 1108.
Morchoisne, 616, 665, 793, 1103.
Mordret, 711.
Moreau (G.), 566, 1103.
Morel, 267, 273, 467, 519.
Morel de Villiers, 417.
Moreux (abbé Th.), 315.
Morgan (G.-Th.), 570, 754, 1055.
Morrell (R.-S.), 276, 366, 1106.
Morrow (J.), 212, 1054.
Mosenthal (H. de), 522.
Mosny, 835.
Mossé (A.), 42.
Mosso (A.), 279, 368, 523, 796, 880.
Motais, 418.
Motet, 45, 1151.
Mouchet (Alb.), 468.
Mouchet (H.), 566, 751.
Moudy (G.-T.), 47.
Mouillefert (P.), 268.
Moulinier (R.), 835.
Moulton (J.-F.), 1107.
Mouneyrat (A.), 46, 47.
Moureaux (Th.), 103, 466.
Mouret (G.), 831.
Moureu (C.), 106, 159, 207, 520, 616 **722** à **732**, 751, 791, 1102.
Mourre (Ch.), 667.
Moussu, 44, 46, 105, 158, 519, 567.
Moutier (A.), 416, 567, 616, 751.
Mouton (H.), 665, 709.
Mühlberg (F.), 748.
Muir (Robert), 791.
Muirhead (Al.), 669.
Muller, 210, 518, 959.
Mulon (P.), 209.
Munaron (L.), 279, 796.
Muratet (L.), 46, 160, 210.
Murmann (E.), 624.
Murray (J.-A.), 322, 366.
Muskens (L.-J.-J.), 1056.

N

Nabias (R. de), 419.
Nagaoka (H.), 568.
Nagel (O.), 107.
Nageotte (J.), 105, 160.
Nalepa (A.), 108, 278, 1108.
Nasini (R.), 523, 623, 796, 880.
Nathorst (A.-G.), 617.
Nattan-Larrier (J.), 209.
Nattan-Larrier (L.), 46, 519.
Needham (E.-R.), 213.
Negris (Ph.), 792.
Nestler (A.), 1108.
Netter, 518.
Neu (L.), 1052.
Neumayer (V.-L.) 1008.
Neville (A.) 570.
Newcomb (S.), 1008.
Nicloux (M.), 45, 159, 518, 519, 565, 566, 616, 666, 712, 750, 793, 834.
Nicolardot (P.), 417, 421, 1153.
Nicolas (E.), 274.
Nicolas (J.), 46, 418, 712, 793.
Nicolle (Ch.), 363, 518, 667, 1006, 1054.
Nicolle (M.), 834.
Nielsen (N.), 278, 616, 665.
Niessl von Meyendorf, 1008, 1156.
Niewenhuis (A.-W.), 108.
Nittis (de), 104.
Nobécourt (P.), 519, 666, 1007, 1104, 1151.
Noc (F.), 418.
Noé (G.) 50.
Noé (J.), 752, 793, 835.
Noël (C.), 665.
Nordmann (Ch.), 211, 474, 617, 665.
Normand, 102, 208, 750.
North (B.) 622.
Nuttall (G.-H.-F.), 669.

O

Obermayer (A. von), 367.
Ocagne (M. d'), 39, 104, 1146.
Oddo, 320, 667, 880.
Oddone (E.), 279, 623.
Ofner (E.), 671, 624.
Ohe (Jr J.), 920.
Oliver (F.-W.), 322.
Olivier (Louis), 114.
Olivieri (F.-M.), 662.
Olmer, 667.
Olmes, 320.
Omow (W.-N.), 672.
Onfray (Dr René), 270.
Oppenheim (S.), 1108.
Osmond (F.), 44, 791, 834, 1001.
Ostwald (W.), 47, 1008, 1099, 1147.
O'Sullivan (J.), 422.
Oswald (Dr), 1053.
Oudemans, 280, 363, 795, 1056.
Ouspensky (A.), 792.

P

Pacaut (M.), 566.
Pacini (D.), 49, 796.
Pacottet (P.), 158, 207, 710, 750.
Padé (Henri), **761** à **767**, 1150.
Padoa (M.), 623, 796, 880.
Page (Th.-H.), 422, 1055.
Pagès (C.), 519.
Pagniez (P.), 519, 567, 662, 793.
Paillot (R.), 158.
Painlevé (P.), 665.
Pairault (E.-A.), 359.
Paisseau (G.), 468, 567, 667, 712.
Palacios (G. Delgado), 877.
Panisset, 1102.
Para (G.), 624.
Paris (A.), 205.
Pariset, 520.
Parker (J.-G.) 836.
Parona (C.), 368.
Parravano (N.), 1007.
Parsons (F.-G.), 322.
Pascal (E.), 49, 158, 1007.
Pastrovitch (F.), 278.
Patein (G.), 616, 667.
Paterno (E.), 49, 279.
Patterson (Th.-S.), 570, 671, 716.
Paul (R.-W.), 1106.
Paulesco (N.-C.), 709, 750.
Pauli (W.), 471.
Pautrier (Dr L.-M.), 790, 835.
Pavillard (J.), 1005.
Pavinsky, 1053.
Pawinski (Dr), 1151.
Payne (E.-E.-M.), 836.
Peachey (S.-J.), 106.
Pearce (F.), 208, 770.
Pearson (K.) 212, 420.
Pécheux (H.), 517, 518, 565, 664, 665.
Péchoutre (F.), 205, **859** à **871**.
Pélabon (H.), 207.
Pellat (H.), 272, 362, 365, 566, 568, 665, 750.
Pellegrin (J.), 1052.
Pellet (A.), 207.
Pellini, 623, 1007.
Pelloux (A.), 880.
Pelseneer (P.), 959.
Perdrix (L.), 1104.
Perez (Ch.), 275, 419, 618, 712, 793, 835.
Périer (Ch.), 209.
Perkin (A.-G.), 106, 276, 366, 754.
Perkin (F.-M.), 276.
Perkin (Jun. W.-H.), 213, 366, 522.
Perman (E.-P.), 918.
Pérot (A.), 44, 272, 362, 713.
Perraud (J.), 467, 519.
Perreau, 792.
Perrier (A.), 791, 879.
Perrin (Jean), 106, 420.
Perrin (M.), 835.
Perrot (Emile), 318.
Perrot (F.-L.), 517, 1053.
Perrotin, 362, 879.
Perruchon (L.), 1005.
Pertz (D.-F.-M.), 793.
Petavel (J.-E.), 277.
Peters (K.), 672.
Petit (J.), 106, 208, 272, 421, 518, 568, 617, 751, 1102.
Petit (P.), 467, 566, 709, 832.
Pettit (A.), 105, 274, 320, 468, 667, 712.
Pfaundler (L.), 278.
Pfeffer (W.), 1008.
Philippar (Ed.-V.), 270.
Philippe, 273, 418, 421, 1102, 1154.
Phillips (C.-E.-S.), 569.
Philoche (Mlle Ch.), 416, 419, 665, 711, 834.
Phipps (E.), 106.
Phisalix (C.), 44, 46, 105, 273, 274, 363, 617, 711, 791, 835, 1151.
Picard (Al.), 1102.
Picard (Em.), 159, 272, 710, 791, **1063** à **1066**, 1102, 1150.
Picciati (G.), 368, 623.
Pickard (R.-H.), 570.
Pickles (S.-S.), 1106, 1154.
Pidoux (Justin), 910.
Pieri (G.), 50.
Piéri (J.-B.), 631.
Pietra-Santa (J. de), 1051.
Pigeon (L.), 413, 959, 1049.
Pinard (A.), 209, 417.
Pincherle (S.), 49, 795.
Pintza (Al.), 750, 1052.
Pionchon (J.), 358.
Piot-bey (J.-B.), 518.
Pitres (A.), 27.
Pittaluga (Dr Gustavo), 915.
Pittard (Eug.), 664, 959.
Piva (U.), 880.
Pizzetti (P.), 278.
Plancher (G.), 279, 796.
Planchon (P.), 104.
Planck (M.), 754.
Platania (G.), 417.
Plessis de Grenédan (du), 414.
Plummer (R.-H.-A.), 106.
Pochettino (A.), 49, 279, 796, 1007.
Poincaré (H.), 466, 517.
Poincaré (Lucien), 40.
Poirier, 209.
Polack (A.), 664.
Pollak (J.), 471.
Pollak (W. von), 1055.
Pollok (J.-H.), 422, 1106.
Pomeranz (C.), 278.
Pompeiu (D.), 1103.
Poncet (A.), 417, 1006.
Ponsot (A.), 159, 208, 363, 417.
Pope (W.-J.), 106, 470, 1055.
Porak, 618.
Porcher (Ch.), 160, 417, 466, 617, 709.
Porter (T.-C.), 106, 212.
Portheim (L.-R. von), 1108.
Portier (P.), 793, 835.
Posternak (S.), 46, 519.
Potier (F.), 105.
Potron (A.), 834, 1150.
Pottevin (H.), 208.
Pouchet (G.), 752.
Pourcel (Aug.), 104.
Power (F.-B.), 22, 671.
Pozerski (E.), 711.
Pozzi-Escot, 98, 159, 273, 421, 665, 834, 1150.
Precht (J.), 277, 423.
Prenant (A.), 419, 564, 877, 1004.
Prentice (B.), 1155.
Price (Th.-Sl.), 1106.
Price (W.-A.), 162.
Pringsheim (E.), 523.
Probst (M.), 163.
Procter (H.-R.), 214, 1107.
Przibram (K.), 367, 1108.
Puiseux (P.), 466.
Pulhij, 163.
Purdie (Th.), 1055.

Q

Quennessen (L.), 1053.
Quincke (G.), 367.
Quintaret (G.), 791.
Quinton (R.), 1103, 1104, 1150, 1151.

R

Rabaté (Edmond), **185** à **195**, 708.
Rabaud (Et.), 1151.
Radzikowski (C.), 664.
Raffalovich (Arthur), 790.
Raffy (L.), 709, 750.
Ramakers (L.), 759.
Rambaud, 565.
Ramon y Cajal (S.), 46, 364.
Ramond (F.), 210, 364, 793, 1006, 1054, 1104.
Ramsay (sir W.), 277, 470, **581** à **583**, 617, 621, 714.
Ranse (F. de), 319.
Raper (H.-S.), 367, 1055.
Rappin, 1104.
Ratz (Fl.), 278.
Ravaz (L.), 517.
Raveau (C.), 58, 362, 364, 413.
Ray (P.-C.), 422, 1154, 1155.
Raybaud (A.), 320, 419, 520.
Rayleigh (Lord), 321, 421.
Raymond, 518, 752, 792.
Raynaud (Dr L.), 270.
Reclus (Dr Paul), 564, 751, 1006.
Reeb, 1150.
Regaud (Cl.), 45, 105.
Regelsperger (G.), 223, 285, 329, 578, 662, 678, 888, 1014, 1062.
Regener (F.), 794.
Rehnier (Paul), 959.
Rehns (J.), 160, 363, 519, 792, 835, 1006, 1054.
Reiding (J.), 1008.
Reina (V.), 795.
Reinganum (M.), 1107.
Reiss (R.-A.), 1048.
Remfry (F.-G.-P.), 1155.
Remlinger (P.), 160, 209, 363, 793, 834, 1006, 1103.
Remoundos (G.), 208, 665, 834.
Renan, 44, 565.
Renard (Ch.), 102, 517, 565, 566, 617, 665, 750.
Renard (colonel), 1052, 1053.
Renard (P.), 792.
Renault (B.), 566.
Renaut (J.), 45, 104, 273, 667, 712, 835.
Rengade (E.), 362.
Renouf (N.), 1155.
Répin (Ch.), 751, 1054.
Repossi (E.), 368.
Résal (J.), 1053.
Retterer (Ed.), 46, 104, 711, 712.
Reudler (Mlle J.), 572.
Reynès, 467.
Reynier, 209, 1053.
Rheden (J.), 278.
Ribadeau-Dumas (L.), 45, 418, 1006.
Ribaucourt (E. de), 749, 1149.
Ribaut (H.), 793.
Ribierre, 468.
Richard (J.), 158, 617.
Richardson (F.-W.), 423.
Richardson (Mlle H.), 666.
Richarz (F.), 214, 423.
Richer (P.), 105, 207.
Richet (Ch.), 274, 319, 320, **404** à **411**, 567.
Richet Ch. (fils), 752, 79[illegible], [illegible].
Richon (L.), 160.
Ricome (H.), 879.
Ricquiet, 667.
Riesz (F.), 879.
Rietsch, 667, 752.
Righi (A.), 1007.
Rimini (E.), 49.

Rimatori (C.), 49, 523.
Risler (E.), 1099.
Rist (E.), 45, 418.
Rivière (G.), 710.
Rix (M.), 164.
Roaf (Herbert E.), 669.
Roberts (W.), 106.
Robertson (J.-G.), 716.
Robertson (Ph.-W.), 1155.
Robin (A.), 360, 413, 567, 1151.
Robin (Gustave), 705.
Robin (L.), 517.
Roche, 879.
Roché (G.), 157.
Rocherolles (J.), 272, 421.
Rocques (X.), 318, 360, 563, 788, 832, 1049, 1099.
Rodet (A.), 104, 105, 618, 711.
Rœderer, 959.
Roger, 206, 361.
Rogers (L.), 211, 714.
Rogovsky (E.), 102.
Rogues de Fursac (J.), 205.
Romburgh (P. van), 424.
Romeu (A. de), 1110.
Romme (Dr R.), 878.
Rose (T.-K.), 366.
Rosell (A.), 1115.
Rosenberg (E.), 413.
Rosenbusch (K.), 1008.
Rosenthal (G.), 45, 667.
Ross (R.), 792.
Rossi (G.), 880, 1007.
Rothé (E.), 665, 667, 959.
Rothschild (H. de), 270, 749.
Rouget (J.), 567, 667.
Roule (L.), 103, 363, 666.
Rousse (J.), 102.
Rouvière (Ulysse), 706.
Rouville (Et. de), 45.
Roux (E.), 273, **532** à **541**, 616, 1103.
Roux (J.-Ch.), 159.
Rowland (H.-A.), 40.
Rubens (H.), 277, 324, **928** à **934**.
Ruffer (M.-A.), 418
Ruhemann (S.), 366, 1055, 1107.
Runge (C.), 423.
Russell (W.-J.), 917.
Rutherford (E.), 714.
Rutten (J.), 424.
Rynberk (G.-A. van), 51, 52, 164.

S

Sabareanu (G.), 711, 835, 1104.
Sabatier (Armand), 103, 207.
Sabatier (P.), 44, 207, 272, 273, 566, 616, 792.
Sabouraud (Dr R.), 789.
Sabouret, 319.
Sabrazès (J.), 46, 160, 210.
Sachs, 470.
Sadtler (S.-S.), 422.
Sagnac (G.), 272, 362, 751, 753.
Sahulka (J.), 163.
Saillard (E.), 562.
Saint-Martin (L. de), 710, 835.
Salet, 517.
Salmon (E.-S.), 365.
Salmon (P.), 711, 1006.
Salomon (M.), 1054, 1151.
Salomon (P), 519.
Salomonsen (C.-J.), 664, 959.
Salvioni (E.), 796.
Salway (A. H.), 323.
Sand (H.-J.-S.), 622.
Sande Bakhuyzen (E.-F. van de), 108, 1008.
Sanders (C.), 50.
Saporta (A. de), 317, **351** à **357**.
Sarasin (Ed.), 1103.
Sarrau (J.), 565.
Sauerwein (Ch.), 104.
Saugon (L.), 566, 714.
Sauvage (R.), 1052.
Sauvez (Dr), 916.
Sawyer (J.-E.-H.), 670.
Schaak (M.-F.), 716.
Schaffers (V.), 208.
Schell (A.), 50.
Schenck (R.), 214, 423.
Scheuble (R.), 278.
Schidlof (A.), 917.
Schlagdenhauffen (F.), 272, 1150.
Schlesinger (L.), 466.
Schlœsing fils (Th.), 102.
Schmid (Th.), 1055.
Schmidlin (J.), 664, 665, 709, 917, 959, 1005, 1052, 1102.
Schmidt (M. von), 164.
Schmitt, 211, 519.
Schnabel (C.), 612.
Schnarf (K.), 1108.
Schneider, 421.
Schœller (A.), 953.
Schönfeld (G.-A.), 1008.
Schönfliess (A.), 1008.
Schönichen (Dr Walther), 748.
Schotti, 423
Schoule (J.-C.), 52.
Schoute (P.-H.), 52, 108, 164, 215, 279, 280, 324, 424, 472, 524, 572, 755, 795, 920, 1008, 1056, 1156.
Schreber (Dr K.), 266.
Schreier (A.), 164, 471.
Schubert (J.), 623.
Schuh (F.), 471, 755, 919.
Schulten (A. de), 751.
Schulze (G.), 107.
Schweidler (E. von), 107, 624.
Scott (Al.), 470, 522, 716.
Scott (D.-H.), 322.
Ségonzac (marquis de), 464.
Seguy (G.), 750.
Seilhac (Léon de), 157.
Séjourné, 517.
Seligman (C.-G.), 322.
Sella (A.), 796, 880.
Sellier (J.), 275.
Sencert (L.), 618.
Senderens (J.-B.), 44, 273, 566.
Senft (E.), 324.
Senier (A.), 1055,
Senter (Georges), 1105.
Sergent (Ed.), 209, 667,
Sergent (Et.), 209, 667.
Seurat (G.), 320.
Severi (F.), 1007.
Sevestre, 752.
Seyewetz (A.), 158, 268, 421, 566.
Sharwood (W.-J.), 622.
Shattock (S.-G.), 322.
Shaw (P.-E.), 621, 669.
Shaw (W.-N.), 753.
Shelford-Bidwell, 753.
Shenstone (W.-A.), 521.
Shipley (A.-E.), 669.
Sicard, 364.
Siebenrock (F.), 367, 471.
Siemens (F.), 363, 467.
Siemens (J.), 616.
Siertsema (L.-H.), 280.
Sigalas (C.), 618, 793.
Silber (P.), 279.
Silberrad (O.), 422, 570, 671, 1106, 1155.
Sillar (W.-C.), 835.
Silk (H.), 622.
Simmance, 106.
Simmonds (Ch.), 522.
Simon (L.), 45, 208, 272, 321, 467, 520, 664, 668, **695** à **702**, 751, 791.
Simonet, 518, 959.
Simpson (G.-C.), 520.
Sisson (G.), 367.
Sittig (E.) 624.
Skinner (S.), 162.
Skraup (Zd.-H.), 624.
Slator (A.), 1055, 1155.
Sluiter (C.-H.), 215, 424.
Slyper (H.-J.), 920.
Smith (Cl.), 570.
Smith (D.-A.-L. baron Strathconna), 917.
Smith, 322, 569, 620.
Smith (Mlle A.-E.), 213.
Smith (R.-G.), 214, 1007.
Smith (W.), 622.
Smits (A.), 164, 424, 920.
Smolensky (P.), 318.
Snyder (Carl.), 955.
Sodeau (W.-H.), 107.
Soddy (F.), 621.
Solvay (E.), 272, 566, 710.
Somigliana (C.), 623, 880.
Sommelet, 104.
Sonstadt (Ed.), 1175.
Soprana (S.), 796.
Sorel (E.), 462.
Souchon (A.), 43.
Souleyre (A.), 371.
Soulié, 792.
Southerden (F.), 570.
Sowter (R.-J.), 323.
Spencer (A.), 671.
Spencer (J.-F.), 213.
Spencer (W.-K.), 793.
Sperling (F.), 278.
Spiess (C.), 518, 519.
Spilmann, 618.
Sprankling (Ch.-H.-G.), 422.
Stæhelin (R.), 322.
Stachling, 159, 162.
Stark (J.), 278.
Starke (H.), 163.
Starling (E.-H.), 620.
Stassano (H.), 45.
Steele (B.-D.), 48, 714.
Stefani (C. de), 523.
Stefanini (A.), 523.
Stefanowska (Mlle M.), 207, 1102.
Stekloff (W.), 665, 710.
Step (J.), 1108.
Stephan (P.), 210, 752.
Stern (A.-L.), 323.
Stern (Mlle L.), 320, 466, 1054, 1103, 1104.
Sterns-Fadelle (F.), 707.
Stillwel (A.-G.), 622.
Stockings (W.-E.), 569, 570.
Stocks (H.-B.), 422.
Stodel (G.), 46, 105, 271, 835.
Stoffaes (abbé), 746.
Stoffel (A.), 164.
Stok (J.-P. van der), 755, 1155.
Strahl (H.), 52.
Strasburger, 423.
Sträter (E.-A.-J.-M.), 215.
Stroobant (P.), 910.
Strutt (J.-J. 569.
Sturany (R.), 624.
Suarez de Mendoza, 417.
Sudborough (J.-J.), 106, 422, 754.
Suess (Ed.), 212, 471, 1008, 1053.
Sulzer (D.), 44.
Sumpner (W-E.), 1154.
Supino (F.), 368.
Suyver (F.-J.), 920.
Swinburne (J.), 276, 830.
Swyngedauw (R.), 1147.
Sy, 565.
Sypkens (B.), 1156.

T

Taboury (F.), 467.
Tacconi, 623.
Taffoureau (Ed.), 792.
Tammes (Mlle T.), 11[illegible]6
Tariel, 619.
Tatlock (R.-R.), 522.
Tattersall (G.), 106, 1154.
Taussig (C.), 368.
Taylor (Mlle M.), 570.
Tchitchkine (A.), 1006.
Tedone (O.), 523.
Teisserenc de Bort (L.), 103, 210, 514, 709.
Témoin (Dr), 666.
Termier (P.), 103, 362, 517, 959, 1005, 1052, 1053.
Terrier (F.), 793.
Terroine (E.-F.), 416, 419.
Tessier (R.), 1049.
Thaon (P.), 711.

Thiercelin, 210.
Thiroux, 750, 1053.
Thomas (V.), 709, 792.
Thomason (W.), 622.
Thompson (J.-T.), 567.
Thompson (S.-P.), 276, 1151.
Thomson (R.-T.), 522.
Thornton (W.-M.), 715, 1054.
Thorpe (J.-F.), 1155.
Thorpe (T.-E.), 106, 213.
Thoulet (J.), 104, 273, **542** à **547**, 666, 751, 1005.
Thovert (J.), 102, 272, 917.
Tichomirow (W.), 791.
Tiffeneau, 102, 467, 750, 879.
Tilden (W.-A.), 470, 620, 622, 754.
Tillaux, 1006.
Tinkler (C.-K.), 106, 716.
Tisserand (E.), 665.
Tissot (C.), 169, 362, 1005.
Tissot (J.), 44, 46, 105, 158, 617, 664, 666, 667.
Titherley (A.-W.), 213, 1106.
Toldt (K.), 278.
Tommasina (Th.), 565, 1052, 1103.
Tonier (G.), 919.
Tonni-Bazza (N.), 278.
Tornani (E.), 880.
Touchet (Em.), 517.
Toulouse (E.), 519, 617.
Tournade (A.), 105.
Tourneux, 710.
Toxopens (A.), 1008, 1155.
Trasbot, 792.
Travers (M.-W.), 469, 669.
Traynard, 207, 1052.
Trèves (Dr Z.), **774** à **785**, **824** à **829**.
Tribondeau, 275, 1054.
Triboulet, 666, 711.
Trillat (A.), 104, 207, 363, 418, 421, 665, 712, 1053, 1104, 1105.
Triolo, 1006.
Tripier (R.), 1003.
Troost, 102.
Trotman (S.-R.), 367, 1107.
Trouessart (E.-L.), 277, 364.
Troussaint (Dr), 320.
Trovanelli (A.), 880.
Tschermak (A.), 323.
Tscherne (R.), 624.
Tuffier, 666.
Tumlirz (O.), 163, 624, 1008.
Tur (Jan), 209, 835.
Turchet, 1105.
Turchini, 664.
Turpain (A.), 275, 531, 713.
Tutin (F.), 106.
Twiss (D.-F.), 1155.
Tymstra (Bzn S.), 215, 795.
Tyrer (Th.), 367, 672.
Tzitzéica (G.), 519.

U

Ulpiani (C.), 1007.
Unger (L.), 672.
Urbain (G.), 104, 362, 565, 566, 714, 1005, 1052.
Uriarte (L.), 1006.

V

Vaccari, 1007.
Vaillant (L.), 664.
Vaillant (P.), 518, 566.
Vaillard, 319.
Valeur (A.), 879.
Vallée, 791, 1102.
Vallot (J.), 102.
Vaney (C.), 158.
Vansteenberghe (P.), 105.
Vant'Hoff, 423, 470.
Vanzetti (L.), 279, 880.
Vaquez, 468, 618, 793, 1006.
Varenne (E.), 102, 104, 467.
Variot (G.), 1150.
Vaschide, 414, 879, 1102.
Vasilesco Karpen, 364, 953.
Vasilescu, 667.
Velardi (G.), 523.
Verdun, 273.
Verneaux (René), 462.
Vernet, 419, 520.
Verschaffelt (E.), 472.
Verschaffelt (J.-E.), 51.
Versluys (W.-A.), 279, 1008.
Viala (P.), 158, 204, 207, 273, 665, 710, 750.
Viard, 565, 619, 791.
Vidal, 105, 562, 711, 752.
Vieille (P.), 1053, 1102.
Vierhapper (F.), 108.
Vigier (P.), 416, 664.
Vignon (L.), 518, 566, 959.
Vigouroux (E.), 565.
Viguier (C.), 476, 518, 709.
Viguier (R.), 791.
Villar, 1006.
Villard (J.), 46, 711, 750.
Villard (P.), 568, 617, 667, 713, 1152.
Villaret, 667.
Ville (J.), 421, 519.
Villemin, 209.
Vincent (H.), 160, 320, 567, 667, 708, 710, 1002.
Vincent (Louis), 666.
Viol'e (J.), 1005, 1104.
Viré (Armand), 363, 417, 1150.
Vitry, 519, 666, 751, 793.
Vivanti (G.), 1098.
Voerman (G.-L.), 108, 324.
Vogel, 423, 513.
Voisin (J.), 1104, 1152.
Voisin (R.), 1104, 1152.
Volterra, 49, 362, 1150.
Vournasos, 47.
Vries (H. de), 280, 423.
Vries (G. de), 279, 1008, 1155.
Vuillemin (P.), 159, 616.
Vurpas (Cl.), 414, 517, 617.

W

Waals (J.-D. van der), 51, 108, 920.
Wade (J.), 716.
Wadmore (J.-M.), 214.
Waelsch (E.), 163, 1008.
Wager (H.), 211, 669.
Wagner (R.), 413.
Wahby (Aly), 618, 711.
Wahl (A.), 566, 619, 668, 750.
Wahl (Maurice), 1050.
Wahlen (E.), 160, 210, 274, 363.
Wakelin-Barratt (J.-O.), 918.
Waldeyer, 709.
Walker, 323, 469, 671.
Walker (C.-E.), 213.
Walker (G.-T.), 669.
Wallenberg (G.), 44.
Waller (A.-D.), 211, 794.
Wallerant (F.), 103, 517, 1103.
Walter (L.-H.), 468.
Warburg (E.), 163, 794, 879.
Warburg (H.), 879.
Warming, 362.
Warth (F.-G.), 1155.
Wassilieff, 103.
Watkin (E.-L.), 1054.
Watson (E.-R.), 366, 1055.
Watson (H.-G.), 48, 716.
Watson (W.), 276, 323.
Watteville (C. de), 208, 272, 836.
Watts (W.-W.), 669.
Weber (A.), 273, 274, 320, 419, 567.
Weber (H.), 266.
Weber (M.), 572.
Weeder (J.), 1008.
Wehnelt (A.), 49.
Weigert (F.), 755.
Weil (Albert), 752.
Weil (P.-E.), 667, 752.
Weinek (L.), 50, 368, 624.
Weir Mitchell, 792.
Weiss (F.-J.), 560.
Weiss (G.), 42, 46, 98, 105, 269, 1150.
Weiss (P.), 103.
Weizmann (Ch.), 1106, 1154.
Wellstein (J.), 266.
Welsch (J.), 517.
Wenckebach (K.-F.), 52.
Wenzel (F.), 164, 471.
Werner (A.-L.), 666, 711.
Werner (Mme A.-L.), 666.
Werner (E.-A.), 1055, 1106.
Wertheim-Salomonson (J.-K.-A.), 215.
Wertheimer (E.), 274, 957.
Wery (G.), 1099.
Wettstein (R. von), 108.
Weulersse (G.), 912.
Wheeler (R.-V.), 1106.
Whiteley (Mlle M.-A.), 522.
Widal (F.), 45, 105, 418, 419, 793, 1006.
Wienecke (Ernest), 1000.
Wiernsberger (P.), 102, 617.
Wiesner, 616.
Wilberforce (L.-R.), 106.
Wildeman (E. de), 466, 617, 915, 959.
Wildermann (M.), 272.
Will (W.), **801** à **814**.
Willcock (Mlle E.-G.), 1106.
Williamson, 565.
Willons (R.-S.), 715.
Wilson (Harold A.), 715.
Wiman (A.), 158.
Wind (C.-H.), 51.
Winfield (H.-B.), 570.
Winkler (C.), 51, 164.
Wintrebert, 468, 520, 834.
Wirth (A.), 324.
Wirtinger (W.), 163.
Wisser (A.-W.), 324.
Wittebolle (R.), 612.
Witz (Aimé), 154, 267, 358, 513, 1098.
Wlaeff, 667.
Wolfbauer (H.), 672.
Wolff (J.), 103, 417.
Wolff (L.-K.), 424.
Wood (A.), 620.
Wood (J.), 1107, 1155.
Wood (R.-W.), 162, 709.
Worstall (R.-A.), 422.
Wrede (F.), 470.
Wright (A.-E.), 521.
Wurtz, 46, 159, 468, 567.
Wynne (W.-P.), 470.
Wyrouboff (G.), 420.

Y

Yermoloff (A.), 45.
Young (Sydney), **981** à **991**.
Young (W.-H.), 714.
Yung (Em.), 1053.
Yvon, 666, 1053.

Z

Zachariades (P.-A.), 209, 320.
Zahradnik (K.), 624.
Zakrzewski (C.), 472, 920, 1155.
Zaky (A.), 1053, 1054, 1104.
Zambonini (F.), 279.
Zehenter (J.), 107.
Zeiller (R.), 45, 363, 515, 1058.
Zellner (J.), 171.
Ziehen (Th.), 1056.
Zimmern, 566, 792.
Zipser (A.), 108.
Zittel (Karl von), 104.
Zoelss (P.-B.), 107.
Zolla (D.), 268, 707, 1100.
Zoretti, 362, 517.
Zwaardemaker (H.), 920.

PARIS. — L. MARETHEUX, IMPRIMEUR, 1, RUE CASSETTE

MBL WHOI Library - Serials
5 WHSE 04478